FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(49.3)B1

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME I — 20 JANVIER 1922

(QUARANTE ET UNIÈME ANNÉE ; TOME LXXXI DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(MM. F. Willaert et H. Dopp)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1922

22 88873 Iul.

La Science
et la résurrection de la Pologne [1]

La résurrection de la Pologne est un résultat de la Grande Guerre ; et celui-là est réel. Il était inattendu pour ceux qui s'en tenaient au fait brutal, au morcellement qui persista depuis 1772 jusqu'à 1918, cent-quarante-six ans. Au contraire, il était espéré, escompté, attendu, par la foule des Polonais fidèles, tant sur les rives de la Vistule et de la Warta, que dans l'exil d'Europe et d'Amérique. Pour apprécier ce contraste, il faut tenir compte de la « science » ; il faut connaître la part de l'enseignement et la part du travail scientifique dans la résurrection de la Pologne ; il convient de l'expliquer par les milieux scientifiques.

Il est vrai qu'à la base de l'événement il y a la Foi catholique, les nobles traditions nationales et les affinités de la race slave ; mais il est indéniable que la science a contribué pour sa part aux préparatifs de la reconstitution. Pendant les périodes sombres du morcellement, elle a maintenu une valeur fondamentale pour unifier les trois tronçons : c'est la langue. Elle fournit, actuellement encore, plusieurs ressources de grande efficacité ; parce que ce sont des « élites morales » qui font ce travail scientifique ; parce qu'on s'oc-

(1) Conférence faite à la *Société scientique de Bruxelles,* à Tournai, le jeudi 27 octobre 1921.

cupe de les mettre en valeur ; parce qu'on y apporte de la conscience, de la générosité, de la persévérance.

Tout d'abord il faut en convenir, « sous les pires régimes oppressifs, la Pologne a quadruplé sa population (1). Elle s'est enrichie ; et, tout en développant, tout en dilatant sa personnalité progressive, elle a su consolider son unité morale et conserver ses forces créatrices » (2).

Certes, les luttes continuelles sur les champs de bataille, où Napoléon entraînait les peuples à sa suite, absorbaient l'énergie nationale des Polonais de son temps ; mais il restait dans la vivacité de l'esprit une puissance d'initiative, qui est devenue féconde. Pendant la période de 1807 à 1815, que dura le Duché de Varsovie, les Polonais surent montrer comment ils étaient capables d'organiser leur vie.

Toujours soucieux de résoudre le grand problème de l'éducation et de l'enseignement, ils y portèrent toute leur attention, malgré l'énormité des charges militaires. Déjà en 1772, l'année même du premier partage, Konarski prit l'initiative de fonder des écoles modèles. L'année suivante, 1773, par mesure d'ordre général, il fut créé une « Commission d'éducation nationale », le premier ministère d'instruction publique qui existât en Europe, qui devint ensuite une « Chambre d'éducation ». En 1776, les écoles possédaient, en Pologne, une fortune indépendante (3).

« Il est curieux de voir reprocher aux Polonais, tantôt leur incurable esprit anarchique, tantôt leurs tendances

(1) Le pourcentage d'accroissement annuel est 1,57 en Pologne, tandis qu'il n'est que 1,07 en Allemagne.

(2) M. Noir et Z. L. Zaleski, *L'effort vital de la Pologne contemporaine*. Paris, sans date : 3 mai 1917 ; pp. 2 et 30.

(3) H. Waliszewski, *La Pologne inconnue : pages d'histoire et d'actualité*. Paris, Arm. Colin, 1909 ; p. 97.

réactionnaires, dominatrices, impérialistes. Ces deux reproches sont aussi injustes l'un que l'autre. S'il y eut parfois anarchie en Pologne, ce fut l'effet des agissements brutaux et perfides des Puissances voisines, la Moscovie et la Prusse. Si la Pologne, tout en subissant de si dangereuses épreuves, peut en sortir avec honneur, en affirmant sa vitalité, elle le doit aux qualités innées de la race polonaise, aux élans généreux de son âme chevaleresque, à son libéralisme sage et sincère » (1).

Le poète Krasinski exprimait la prière de l'âme polonaise, lorsqu'il demandait... « seulement, au milieu de l'explosion terrible des événements futurs, *une volonté droite*, nous vous supplions, ô Père, ô Fils, ô Esprit ! » (2).

Pour apprécier la pérennité de cette disposition d'esprit, il faut en suivre les phases à chacun des degrés de l'enseignement, connaître les ruses et les persécutions suscitées à la traverse, et surtout savoir la fertilité, le zèle, la souplesse et la persévérance des initiatives hardies et généreuses des Polonais de tout sexe, de tout âge et de tout rang, dans une indomptable union des âmes.

Enseignement primaire

C'est sur les genoux de sa mère que partout l'enfant commence à balbutier. En Pologne c'est toujours en polonais qu'il entend les premiers mots ; qu'il sollicite une réponse à ses premiers sourires ; et c'est par un système exclusiviste de toute autre langue qu'on trouve la science linguistique au commencement de tout le grand effort vers la libération de la Pologne. Sous le fardeau de chacun de ses oppresseurs, c'est par-

(1) Général du Moriez, *France et Pologne : la paix française dans l'Europe Orientale*. Paris, Payot, 1919 : pp. 166-167.

(2) Comte Michel Sobanski, *Premier Congrès catholique de Varsovie*, 6 septembre 1921.

tout la ressource de l'unité nationale, le moyen de ne pas se laisser « dépoloniser » et le procédé de choix pour déjouer les artifices de ceux qui ont prétendu « dénationaliser » la Pologne.

La langue polonaise a été sauvée par les mères, qui ont fait dire la prière en polonais, qui ont appris le catéchisme en polonais, qui ont toujours pensé et aimé en polonais.

Lorsque sont venues les vexations et les persécutions, l'enseignement de la langue polonaise est devenu clandestin, comme une conséquence d'esprit de famille, à peu près dans la mesure du sentiment de la piété filiale, qui est le ciment le plus naturel et le plus fort pour faire l'union des humains entre eux. Ainsi s'expliquent les phases légendaires de la lutte entre les administrations oppressives et les défenseurs des libertés nationales. Les Polonais de Posnanie sont allés jusqu'à la grève scolaire des quarante-mille ; plus tard, ils ont fait à Posnan les fameuses réunions électorales « muettes » !

Toute la Pologne s'est montrée ingénieuse, ardente et généreuse, sur le terrain des écoles primaires pour enseigner la langue polonaise. Cet enseignement, volontaire toujours, clandestin quand il fallait, est devenu un lien moral, constamment efficace, parfois poétique, pour unir les esprits, concerter les résolutions et soutenir les résistances jusqu'à la victoire, qui a rendu à la Pologne ses droits et sa liberté.

On ne l'oubliera jamais ; la politique prussienne est définie par la célèbre lettre de Bismarck au prince d'Eulenbourg : *la politique d'extermination des peuples conquis*. Datée du 7 février 1872, elle écrase d'abord la Pologne dans la Posnanie et la Silisie ; plus tard elle a été étendue aux Danois du Slesvig, puis aux Français d'Alsace et de Lorraine.

Le premier coup fut porté à l'école, où se conservait l'esprit national. Des mesures administratives préten-

dirent y imposer la germanisation, d'abord en Silésie en 1872 ; puis, en 1873, dans la Prusse orientale et dans la Prusse occidentale ; enfin, en 1874, dans le grand-duché de Posnanie. Ainsi que le remarquent MM. Noir et Z. L. Zalewski, la germanisation des écoles a été contemporaine du fameux Kulturkampf entrepris contre les catholiques allemands. Il était naturel que le clergé polonais participât à la défense nationale (1) ; et cette fidélité à la foi catholique donne la clef des événements actuels et de ceux qui vont suivre.

Ch. Sylvain a bien fait de rappeler les luttes de cette grande époque, où « le persécuteur ministre de Prusse fit condamner les évêques à l'amende, fit vendre leurs meubles pour payer le fisc ; il alla même jusqu'à les déposer de leurs sièges et à les envoyer en prison. Les prêtres exilés, emprisonnés ou déposés furent remplacés par des curés schismatiques, avec lesquels les peuples catholiques refusèrent d'entrer en communication. — Partout, l'épiscopat, le clergé, les fidèles s'attachèrent plus fortement que jamais au Saint-Siège. Pie IX encourageait les évêques d'Allemagne par ses conseils ; et, avec une liberté tout apostolique, il prenait publiquement leur défense. Jamais la puissance, l'autorité, l'hypocrisie de ses ennemis, pas plus que leurs menaces, n'arrêtèrent sur ses lèvres les protestations énergiques et les anathèmes... Parmi les premières victimes de cette persécution, il y eut Mgr Ledochowski, archevêque de Poznan et Griezno : il fut arrêté le 2 février 1874 et jeté dans la prison centrale d'Ostrowo. Son coadjuteur le suivait de quelques mois dans la prison de Kosmin. Les évêques de Paderborn et de Cologne éprouvaient bientôt le même sort, alors que l'évêque de Trèves avait déjà subi, en 1871, 257 jours de prison... De 1874 à 1875, mille sept cents ecclésiastiques furent condamnés

(1) Page 38.

en Allemagne, à la prison ou à diverses autres peines. Les laïques n'échappaient point à cette persécution : plus de mille personnes furent victimes de condamnations aussi arbitraires et aussi injustes que celles subies par les évêques et les prêtres... Mgr Ledochowski était encore en prison, losqu'il apprit que Pie IX, voulant récompenser son courage et aussi, en sa personne, la vaillance apostolique de l'épiscopat allemand, lui avait décerné les honneurs du cardinalat. Quand il fut délivré de ses chaînes, le nouveau prince de l'Église fut contraint de subir l'éloignement de son troupeau ; et il vint chercher un abri et un refuge à Rome. Pie IX le reçut avec des honneurs exceptionnels ; et il le garda près de lui, dans son palais du Vatican, où les vengeances et les haines de Bismarck cherchèrent vainement à l'atteindre » (1).

Après quelques années de cette lutte entre le luthéranisme prussien et le catholicisme romain, la persécution fut menée sous une autre forme.

En 1886, des instituteurs allemands furent nommés dans les écoles polonaises. Ils se firent les instruments aveugles et brutaux de la « germanisation ».

Défense fut faite aux élèves de parler polonais pendant la classe et même pendant la récréation. Une inquisition astucieuse fut menée pour savoir s'ils parlaient polonais dans leur famille. La défaveur fut marquée pour les familles où on parlait polonais ; et la révocation devint fatale, quand le père ou le fils jouissait d'un emploi de l'État... Ce régime de vexation outrageante et odieuse caractérise le système prussien qui prétend exterminer les peuples vaincus. Il était encore tyranniquement appliqué, pendant la grande guerre de 1914 à

(1) *Histoire de Pie IX le Grand et de son Pontificat*, 3e éd., III, pp. 235, 245 et 247.

1918, dans les cinq mille écoles de garçons et de filles de Posnanie, de Haute-Silésie et de Prusse orientale, où les enfants polonais forment la majorité des écoliers.

En 1900, le gouvernement de Berlin décida d'imposer la langue allemande dans l'enseignement de la religion catholique, qui, jusque là, se donnait en polonais.

Le 20 mai 1901, à Wrzesmia, en Posnanie, fillettes et garçons refusent de toucher aux catéchismes allemands qui leur sont remis par l'instituteur. Celui-ci prétend imposer par la force la soumission à l'ordre ministériel. Les enfants polonais persistent à refuser ; et ils sont battus si cruellement, que leurs cris attirent leurs parents. Qui peut s'étonner que les parents aient osé entrer dans l'école et réprimander l'instituteur ? Un procès est instruit ; et la jurisprudence prussienne est appliquée impitoyablement. Vingt personnes sont condamnées à la prison. Parmi elles se trouve une mère de famille, qui meurt dans cette prison et laisse cinq orphelins.

Le résultat c'est que l'indignation des familles gagne d'emblée tout le canton, puis toute la région. De concert avec leurs parents, quarante mille enfants refusent de rentrer à l'école régie par la tyrannie prussienne.

Pour subir la rigueur des lois de la persécution des Polonais, les élèves et leurs parents ne furent pas seuls frappés : il y eut, en outre, trente prêtres condamnés alors à plusieurs mois de prison. M. Marius-Ary Leblond, qui relève ce détail, caractérise « cette persécution, qui veut, selon un plan échafaudé, atteindre la race et, après la race, la famille par la religion. Cette persécution s'ingénie à briser corrélativement, l'unité de la famille polonaise, en enlevant au père l'autorité de l'éducation, et l'unité de la paroisse polonaise en réduisant progressivement la direction spirituelle du curé» (1).

(1) *La Pologne vivante*. Paris, 1911 ; p. 355.

C'est par ce système et par obnubilation de leur conscience, que les instituteurs prussiens traitent en ennemis leurs élèves polonais ; ils les brutalisent de mille façons. Vers 1902, une fillette meurt d'accidents cérébraux quelques jours après avoir été battue ; un jeune garçon, par crainte de l'école, essaie de se suicider. En janvier 1919, on annonçait que des enfants étaient fouettés, dans la Prusse orientale, pour avoir parlé polonais à l'école (1).

Les résultats de cette lutte contre la langue polonaise se traduisent par des faits notoires. Jamais la langue polonaise ne fut plus cultivée en Prusse occidentale et même en Prusse orientale, que de 1873 à 1914. Les journaux polonais se sont multipliés dans des proportions formidables. La librairie polonaise a fait de grands progrès ; et les œuvres patriotiques des écrivains polonais ont pénétré jusque dans les moindres chaumières polonaises.

La passion des représailles ne pouvait manquer d'égarer des esprits de Prussiens. En 1884, le gouvernement oppresseur fit une expulsion en masse de ceux des Polonais qui se trouvaient dans les provinces de l'Est sans pouvoir justifier de « la qualité de sujets prussiens ». Trente mille eurent ainsi la douleur de quitter leur foyer familial, pour y être supplantés par des colonistes allemands. Puis, l'administration hostile changea les noms polonais d'une foule de villes et de villages ; et elle en vint à germaniser les noms de baptême des enfants polonais.

En 1908, elle poussa plus loin son système de vexations : elle interdit l'emploi du polonais dans les réu-

(1) Jules Lebreton, *La résurrection de la Pologne*. Paris, 1920 ; p. 174.

nions publiques, sauf dans les districts ayant au moins 60 % de population polonaise. Or, à Poznan à cause du nombre extraordinaire de fonctionnaires allemands, la proportion des Polonais n'est que de 58 % de la population suivant la statistique allemande. Donc les réunions électorales ne peuvent pas se tenir en polonais. Dans la fidélité à la Patrie tant aimée, on prit une initiative adroite, hardie, mais imprévue en Prusse orientale. Plutôt que de parler allemand, les Polonais ont tenu des réunions électorales muettes. On était dans une école et on écrivait au tableau noir le nom du candidat polonais : il était acclamé par toute l'assemblée des électeurs. Puis on inscrivait à tour de rôle, une des propositions, qui inspiraient l'âme de la Pologne : « Nous mentirions, si nous déclarions que nous aimons les Prussiens ; nous les détestons de tout cœur »... « Personne ne peut nous défendre de croire à une future Pologne indépendante »... « Nous ne pouvons pas haïr quelqu'un plus que les Allemands ; ils nous apprennent quelque chose, le travail, l'ordre, la discipline. Nous nous en servirons contre eux »... La légalité était ainsi observée : on n'avait pas parlé polonais ; mais le candidat polonais était toujours élu (1).

Une seconde grève scolaire fut provoquée, en 1906, par les décisions ministérielles, qui suppriment graduellement la langue polonaise pour enseigner la religion. Le 1er octobre 1906, 3.377 écoliers commencent la grève ; puis le mouvement se propage et la moitié de l'effectif scolaire s'insurge : au total, il y a 140.000 écoliers grévistes (2).

(1) G. Bienaimé, *Ce qu'il faut savoir de la question polonaise*. Paris, sans date ; p. 23.

(2) Docteur Nicaise. Cf. M. A. Leblond, *La Pologne vivante*. Paris, 1911 ; p. 355.

Quand les persécuteurs prussiens se décidèrent à renoncer aux châtiments corporels, ils firent pis encore. Par une légalité scélérate, le gouvernement fit tomber tout écolier gréviste sous le coup de la loi des enfants abandonnés. Par cette artificieuse procédure, le père qui avait été jusqu'au bout de son devoir pour défendre l'âme de son enfant, se trouvait administrativement déchu de son droit le plus sacré. Comment n'en aurait-il pas été exaspéré ?

On a beaucoup parlé de la grève scolaire de Pologne sous la domination prussienne, et c'est justice. « Cette grève fut éducatrice nationale. Elle raffermit l'esprit de révolte patriotique et la solidarité entre deux générations » (1). Par un seul geste, elle affirma la foi catholique, le droit imprescriptible de la famille, et la résolution de maintenir intégralement les traditions et tout l'honneur de la Pologne.

La lutte ainsi menée contre les prétentions de la Prusse a eu son juste retentissement au dehors. Les Polonais de Galicie étaient sous la domination de l'Empire austro-hongrois ; mais, par une louable émulation, ils ont répondu mieux que jamais aux valeureux exemples de leurs frères et de leurs cousins de Posnanie, de Silésie et de Prusse ; ils ont obtenu quelques libertés ; puis ils ont eu des Diètes particulières, et, par elles, le très précieux avantage de prendre des décisions autonomes sur les matières d'enseignement et d'éducation. Depuis longtemps, en Galicie, l'enseignement primaire est donné en polonais ; mais le parallèle devient concluant, si on rapproche les chiffres de 1858 de ceux de l'année 1911-1912. Au lieu de 2.167 écoles, il y en a 6.000 ; et le nombre des écoliers, qui était de 103.900, s'est élevé à 1.128.000,

(1) M. Noir et Z. L. Zaleski, *L'effort vital de la Pologne contemporaine*. Paris, 3 mai 1917 ; pp. 46-47.

ce qui fait que le nombre des enfants de 6 à 12 ans est à peine inférieur de 100.000 au nombre total des enfants de cet âge (1). Le nombre des écoliers polonais a ainsi décuplé : c'est significatif pour une période où la population n'a même pas doublé : elle est passée de quatre millions et demi à huit millions. En Galicie autant qu'en Posnanie, mais d'une autre manière, on travaillait judicieusement en vue d'un avenir de libération, comme s'il devenait plus prochain.

Dans le même temps, la Pologne du Congrès de Vienne (1815) subissait un contre-coup de même sorte. Les fonctionnaires russes n'avaient rien de ce qu'il faut pour donner aux enfants polonais l'instruction primaire, dont leurs parents éprouvaient le besoin. Il fallait y pourvoir en dehors des administrations publiques.

Les initiatives polonaises se sont trouvées seules pour donner cet enseignement et pour mener l'éducation des générations nouvelles. Il leur était naturel d'y introduire le caractère de la tradition nationale ; c'était une sorte de continuité, presque spontanée, dans l'intimité des familles, où on avait commencé à parler polonais en disant la prière et en apprenant le catéchisme.

Après l'acte impérial de 1905, le gouvernement russe se décida à satisfaire une partie des revendications de la jeunesse.

L'école libre polonaise, enfin autorisée, fut immédiatement constituée par l'effort de la Société. Elle fut polonaise au point de vue de la langue, sauf pour quelques matières, ainsi qu'au point de vue de la direction et du personnel enseignant (2). Malgré les obstacles accumulés avec persistance par les sphères dirigeantes, elle n'a pas cessé de se développer jusqu'à la guerre.

(1) M. Noir et Z. L. Zaleski, *l. c.*, p. 57.
(2) Varsovie, 9 juillet 1914. Revue hebdomadaire.

On s'étonne davantage encore de ce développement inattendu, quand on sait que l'école russe n'est pas fermée ; que l'école libre ne donne pas sans examen l'accès aux écoles supérieures ; et qu'elle n'attribue aucun droit à aucune exemption de service militaire (1).

L'école primaire a fait une scission entre deux groupes qui ne pouvaient pas se confondre : le fonctionnarisme russe, d'un côté, les initiatives et les libertés polonaises de l'autre.

La manière de dispenser l'enseignement primaire a donc été diversifiée dans chacun des trois tronçons de la Pologne morcelée. Elle a fait à la Prusse une opposition hardie, ouverte, inoubliable ; elle a conservé, sous la domination de l'Autriche, l'intégrité complète de la foi polonaise. Elle a montré, en face du fonctionnarisme de Russie, quelle est la puissante efficacité des initiatives et des générosités, dont les Polonais sont capables pour relever leur glorieuse patrie.

Partout à la fois, l'âme Polonaise a été comme un ferment, qui a fait lever l'enseignement primaire dans toute la masse de la nation ; elle lui a donné une animation vigoureuse, traditionaliste et de belle venue. Il n'est plus permis de méconnaître qu'elle a contribué pour sa part — non petite — à la résurrection de la Pologne.

Enseignement secondaire

Les difficultés de la lutte scolaire ont été insurmontables sous le régime prussien. Ce fut un amer contraste avec l'enseignement secondaire de la jeunesse polonaise sous la domination de l'Autriche.

La Galicie a eu toute l'importance d'un refuge. Sous un régime de partielle autonomie, elle accueillait, abri-

(1) Il est vrai que l'école officielle, russe de langue, est presque exclusivement fréquentée par les enfants des fonctionnaires, dont la majorité n'est pas polonaise.

tait et éduquait, en l'instruisant, la jeunesse, qui lui venait de Posnanie, en même temps que de toute la Pologne royale et même des « neuf gouvernements de l'Ouest », comme on dit en Russie. En dépit des difficultés spéciales à l'enseignement secondaire, les progrès ont été de telle importance qu'en soixante ans les chiffres ont été décuplés. Les termes de la comparaison sont 1850 et 1910. Le nombre des écoles, filles et garçons, s'est élevé de 14 à 100 ; celui des membres du corps enseignant est passé de 174 à 1892 ; et le nombre des élèves est monté de 4.644 à 40.000.

Sur ce terrain de l'enseignement secondaire, il y a eu d'heureuses initiatives pour organiser des écoles techniques et pour les soutenir par un régime de liberté professionnelle dans une légalité sans bienveillance. Dans ces innovations, il est permis de voir une réserve de valeurs scientifiques et compétentes, qui rendent d'incomparables services pour la période de reconstitution de la Pologne plusieurs fois dévastée.

Dans la Pologne du Congrès, les vexations machinées par les fonctionnaires russes agitèrent les écoles secondaires.

En 1901, les collégiens et lycéens formèrent des cercles secrets ; ils organisèrent entre eux l'enseignement mutuel de la langue polonaise ; et ils s'adonnèrent à la lecture clandestine des historiens et des poètes polonais, ce qui leur était interdit par la police scolaire.

Au gymnase de Biala Podlaska, l'administration prétendit faire donner l'enseignement religieux en langue russe. Connaissant l'exemple des écoliers de Wrzesmia, en Posnanie, le 20 mai précédent, les collégiens firent une protestation solidaire et se virent poursuivis devant le tribunal de cette petite ville de Siedlce (ou Siedlec), qui est célèbre dans l'histoire de Pologne parce que, pendant l'insurrection de 1831, elle fut bien des fois

prise et reprise par les Russes et par les Polonais. Les collégiens de 1901 semblaient, pour leur résistance au tsarisme, se rattacher aux héros légendaires de la fameuse insurretion de 1831. Eux aussi avaient hardiment voulu l'indépendance de la Pologne.

Quatre ans plus tard, le même conflit s'étendit au pays tout entier ; car partout il y avait un égal sentiment d'amertume aux dépens du fonctionnarisme moscovite. En janvier 1905, à titre de manifestation, tous les élèves polonais quittèrent les écoles officielles. Ce geste de solidarité, effectué par dix mille élèves (d'autres ont dit vingt mille), surprit même la population indigène. On ne savait pas, dans le public, que, dans tous les gymnases ou collèges de la Pologne du Congrès, les élèves avaient constitué entre eux des comités de grève, qui s'étaient mis en rapport les uns avec les autres. En opposition avec les fonctionnaires, qui prétendaient les « russifier », ils avaient arrêté un programme de « polonisation des écoles ».

Au jour fixé, les délégués des élèves remirent aux professeurs, dans chaque collège ou école, un écrit formulant les revendications scolaires. Puis tous les élèves, dans le calme et en ordre, quittèrent les classes.

Le 19 février 1905, les parents des collégiens grévistes tinrent une assemblée. En présence du curateur scolaire russe Schwartz, ils déclarèrent qu'ils approuvaient les revendications de leurs enfants. Ils décidèrent, en outre, que le retour au collège leur était interdit avant l'admission de leurs revendications (1).

Au lieu d'y faire droit, le gouvernement russe fit appliquer la loi du 19 juin 1905, loi restrictive de toutes les revendications polonaises.

Elle est révélatrice, cette loi russe du 19 juin 1905 ; car elle dénote l'influence allemande dans les sphères du

(1) *La Pologne*. Paris et Lausanne, Payot, 1918 ; p. 679.

pouvoir en Russie. Elle autorise simplement les propriétaires des écoles particulières, c'est-à-dire libres, à employer, s'ils le désirent, le polonais comme langue d'enseignement. Mais il y a une amère dérision dans le mot « autorise » ; car les écoles où on enseigne en polonais sont prévenues que leurs élèves perdent les droits afférents aux collèges officiels : droit d'admission aux universités, faculté d'obtenir des postes de fonctionnaires, facilités pour le service militaire, etc. Par la même loi, l'inspection des collèges libres est soustraite à toute influence polonaise ; et elle passe aux directions russes de l'instruction publique de chacun des gouvernements. Enfin la même légalité du 19 juin 1905 impose aux collèges libres l'obligation de faire donner des leçons de langue russe, d'histoire et de géographie russes, leçons durant lesquelles l'usage de la langue russe était imposé (1).

Pour tirer parti des innovations fallacieuses hérissées de restrictions décevantes, il y eut une nouvelle hardiesse dans les initiatives des Polonais, une transformation réelle des études secondaires dans la Pologne du Congrès. La population polonaise organisa elle-même ses écoles secondaires. Malgré les obstacles dressés par le gouvernement russe, malgré les difficultés techniques, malgré les charges financières, elle obtint rapidement de très grands résultats. On l'a vu en 1918 lorsque, de toutes les parties du monde, on a pu pénétrer en Pologne. Ce qui distingue les écoles secondaires libres, c'est le zèle ardent avec lequel les maîtres exercent leurs fonctions ; c'est la confiance réciproque, qui unit professeurs et élèves, la bonne intelligence qui règne entre eux ; et c'est aussi le niveau élevé de l'enseignement. Il s'est trouvé, tout naturellement, que les élèves sortant des collèges libres de Pologne, bien que n'ayant pas le droit

(1) *La Pologne* ; p. 680.

d'être admis dans les Universités russes, ont été admis comme étudiants réguliers, non seulement dans les Universités de Galicie, mais aussi dans celles de toute l'Autriche, de la France, de la Suisse et des autres grands pays (1). Ces étudiants, inscrits comme russes, ont développé leur esprit polonais au cours de leurs études supérieures. Le travail patient et clandestin a préparé une solution, que les études régulières ont consolidée, malgré les difficultés et les privations ; parce que toutes les forces de résistance étaient constamment tenues en éveil.

Qu'on ne se trompe pas, le mouvement scolaire de 1905 est un « boycottage » de l'école officielle russe, pour aboutir à l'école polonaise. On a fait une erreur en l'appelant une « grève scolaire ». Ce fut, au contraire, une entreprise disciplinée pour apprendre davantage et plus complètement ce qui convenait à la « polonisation de la vie ». Et ce mouvement appartient à l'initiative des élèves ; il a été une protestation de la jeunesse polonaise contre la russification de l'enseignement de la religion. Ce fut la grande force et le grand honneur de ce mouvement libérateur pour tout l'enseignement secondaire. Il ne faut pas laisser dire que ce fut « une croisade des enfants ». Ce sont les adolescents des classes élevées qui ont commencé ; et leur action fut, non pas négative, mais positive (2). Rejetant la tutelle officielle, avec l'assentiment complet des parents, les écoliers surent se soumettre à une discipline nouvelle. Ils ont fait preuve, avec ceux qui les soutenaient, d'une faculté d'organisation toute spontanée et d'une souplesse de féconde initiative, qui sait préparer un avenir réparateur. Tels sont les caractères de cet épisode mouvementé de la lutte des Polonais pour leur droit national.

(1) *La Pologne ;* p. 680.
(2) M. Noir et Z. L. Zaleski ; p. 28.

Enseignement technique

Dès le début de leur formation, toutes les sociétés polonaises professionnelles réclamèrent l'introduction de la langue polonaise dans leur vie administrative. Il en fut de même pour les sociétés d'assistance et pour les institutions économiques entre Polonais. Les paysans, appuyés sur leurs organisations clandestines, demandèrent davantage. Malgré les sourdes menées des commissaires du gouvernement, ils demandèrent l'introduction de la langue polonaise dans l'administration des communes, des justices de paix et des écoles.

Il ne saurait être question de reprocher aux groupements professionnels une sorte d'ingérence dans les affaires scolaires. Il y a longtemps que la plus grande partie des écoles libres de Pologne se trouve sous la protection des institutions sociales, qui leur garantissent l'existence matérielle : Société d'agriculteurs, Société des Ingénieurs. Conjointement il y a des organisations spécialement fondées dans le but de faire fonctionner les écoles libres. Sur ces bases il y eut des progrès, qu'il ne faut ni méconnaître, ni exagérer.

En 1905, vingt mille élèves environ fréquentaient les écoles officielles de la Pologne du Congrès. Le « boycottage », qui toucha surtout les classes supérieures, leur en enleva plus de sept mille.

En 1913, l'école polonaise s'était organisée sur des bases nouvelles. Le succès lui est tellement venu, que le chiffre des élèves est monté à quarante mille pour les écoles libres, tandis que celui des écoles officielles n'a pas pu dépasser le retour au chiffre de vingt mille. A la même époque, le nombre des écoles officielles était 69 ; celui des écoles libres 158 (1).

(1) Revue hebdomadaire, 9 juillet 1914 ; p. 158.

Il n'est pas jusqu'au Parti socialiste polonais, qui n'ait subi l'influence du grand mouvement de régénération. « Tout ce mouvement de toutes les nuances politiques, depuis l'internationalisme jusqu'au nationalisme, reste comme enveloppé d'une teinte idéaliste, qui s'exprime dans un travail fervent d'autodidactisme, d'instruction en général, en même temps qu'il garde la faculté de se sacrifier pour l'idéal politique de toute la nation » (1).

Mettant à profit de nouvelles lois, les Polonais ont fondé neuf écoles supérieures, des cours divers, une Université libre, des Cours scientifiques, des Cours supérieurs pour jeunes filles, une École supérieure d'agriculture. L'ensemble forme comme les diverses Facultés d'une Université. Le nombre des élèves dépasse 2 300. Ainsi la grève scolaire, loin de nuire (comme certains l'ont prétendu) à l'instruction générale du pays, contribua puissamment à son développement.

En outre, elle a poussé les forces latentes de la société à se révéler, à s'organiser et à fonder, dans les conditions les plus difficiles, l'édifice solide de l'école polonaise (2). Ces actes d'initiative, échelonnés de 1905 à 1914, préparaient les esprits aux perspectives d'une Pologne indépendante.

L'agriculture, qui a toujours été le fond même des ressources nationales de la Pologne, profita, naturellement la première, du développement de l'instruction et de la relative liberté d'association. Tout un système de coopératives et de cercles agricoles fut établi et couronné par la vaste organisation de la Société centrale des agriculteurs, qui dirige toute la vie rurale en Pologne.

La même puissance a déterminé une sorte d'enseignement ambulatoire pour les agriculteurs au moyen des coopératives (3).

(1) M. Noir et Z. L. Zaleski ; p. 34.
(2) *Ibid.*, p. 29.
(3) *Ibid.*, p. 30.

A mi-chemin entre Lwow et Varsovie se trouve un centre agricole de grande importance. C'est Lublin — où M. Edmond Privat a le mieux senti battre le cœur de la Pologne, — vieille cité pittoresque, où l'on vit en famille (1).

Trois fois la guerre de 1914-1918 a menacé Lublin, au Sud, à l'Est et à l'Ouest. Les habitants ont vu le ciel rouge des batailles flamboyer devant leurs fenêtres. La canonnade leur imposa de rudes veilles ; et l'invasion leur parut imminente. Un jour même ils virent partir les fonctionnaires russes, et ils formèrent leur Comité municipal pour administrer la ville avec le gouverneur qui restait à son poste. Le péril engendrait presque l'autonomie. Cependant l'orage s'éloigna. Alors l'administration impériale revint au complet ; mais le Comité resta pour s'occuper des indigents et des chômeurs.

Même en temps de paix les meilleurs citoyens de Lublin savent grouper leurs efforts ; et, malgré des obstacles inouïs, l'initiative privée et collective a su créer, d'une manière admirable, les services publics et sociaux que l'État néglige d'organiser. Après avoir admiré la société agricole, que préside l'ancien député Jean Stecki, M. Edmond Privat a visité des hospices, des asiles de vieillards, un orphelinat, des garderies d'enfants, des dispensaires et d'autres institutions, qui témoignent de ce que pourrait faire une municipalité polonaise, à laquelle on permettrait d'exister librement. La race polonaise a le goût et le génie de l'activité sociale. Avec son intelligence rapide et claire, doublée d'un sens artistique raffiné, je crois, ajoute M. Edmond Privat, qu'elle pourra faire de grandes choses quand on lui rendra sa place au soleil parmi les nations de l'Europe moderne (2).

(1) *La Pologne sous la rafale.* Paris, sans date ; p. 30.
(2) *Ibid.*, p. 31.

L'avenir s'éclaire davantage quand on sait la collaboration de la femme polonaise. Il y a longtemps que les nécessités de la vie publique et celles de la vie guerrière, en absorbant l'activité de l'homme, ont obligé la femme à s'occuper entièrement des affaires de famille en Pologne. Sa responsabilité y était devenue plus grande que dans les autres pays. Cette responsabilité implique une certaine mesure d'indépendance ; elle impose une sorte de résolution ferme et persévérante, non pour le sentiment, mais pour l'action. Au moment des désastres, la femme polonaise est devenue une aide et un soutien pour tout son entourage. Il s'est passé, en Pologne, quelque chose d'analogue à ce qui s'est passé en Belgique et en France envahies pendant la grande guerre de 1914-1918.

Après l'insurrection de 1863, le pays se trouvait démuni d'hommes. Les hommes avaient été tués ou déportés en Sibérie. La vie économique traversait une crise profonde et compliquée. Il fallut dès lors utiliser les énergies féminines... La femme prit la direction des affaires et la gérance des biens, tout en accomplissant son œuvre de charité et de dévouement. Plutôt timide par tempérament quant à l'initiative, mais par contre douée d'une endurance plus grande, et avantagée par un sens de l'économie basé sur l'habitude de l'épargne, la femme polonaise fut tout d'abord un élément de sauvetage, puis un facteur puissant de conservation nationale. Durant cette période de transition difficile et brusque, elle sauva du rachat ou de la ruine en Lithuanie et en Ruthénie, de nombreux biens et propriétés.

Plus tard, élargissant son champ d'action, et diversifiant ses moyens dans le domaine intellectuel, — riche de l'expérience d'une lutte prolongée, — elle entra comme facteur décisif dans le combat contre la dénationalisation : elle défendit au foyer la langue nationale (1).

(1) Pp. 35-36.

Grâce à une certaine faculté d'*inadaptation*, elle soutint la continuité de la tradition polonaise ; elle forma un puissant élément de *résistance*. Ce fut elle qui, en fondant les écoles, monopolisa pendant de longues années l'enseignement des jeunes filles pour les protéger contre le contact de l'école russe.

Ainsi, par l'importance de son rôle économique, par son travail, par son dévouement à la cause patriotique, la femme polonaise devint émancipée presque sans le savoir. Quand toutes les forces nationales se levèrent, vers 1905, la femme entra dans la lutte avec une certaine vitesse acquise. Consciente de son rôle, instruite de ses droits comme de ses devoirs, elle n'apporte pas avec elle ces tâtonnements, ces essais extrêmes, que l'on rencontre dans les revendications féminines des autres pays ; car elle a acquis d'avance la liberté de ses mouvements.

Profitant d'une certaine liberté d'association, et tout en prenant une part active dans les organisations d'ordre général, les femmes de Pologne ont fondé des Cercles, des Sociétés, où elles s'occupent exclusivement des intérêts féminins. Un syndicat des ouvrières de l'aiguille existe à Varsovie ; et bien d'autres groupes semblables sont établis dans les villes de province.

En 1906, il fut fondé une *Maternelle scolaire ;* mais elle fut dissoute dès 1907 par décision des autorités administratives russes (1). Pendant les dix-huit mois de son existence légale, la *Maternelle scolaire* a établi, dans les six gouvernements du royaume de Pologne, huit cents écoles primaires fréquentées par plus de 63 000 enfants ; elle a formé une Université populaire ; et, dans treize localités de province, elle a organisé des cours pour adultes. Elle a dirigé quatre cents asiles et ouvert au public

(1) On prétend que le gouvernement russe ne l'a prononcée que sous la pression du gouvernement allemand.

les portes de huit cents bibliothèques et cabinets de lecture.

En ces dix-huit mois, les souscriptions bénévoles en faveur de l'œuvre ont atteint trois millions de francs.

Après la dissolution inattendue de la *Maternelle scolaire*, les Polonais ne se découragèrent pas (1). Lorsque quelques mois furent écoulés, on vit avec quelle souplesse ils s'étaient maintenus dans la légalité ; à la place d'une seule *Maternelle scolaire*, il y eut toute une série d'organisations scolaires. On fit divers Cours pour adultes. Des écoles normales furent formées ; et elles fonctionnèrent indépendamment les unes des autres. L'œuvre difficile de la *Maternelle scolaire* avait été administrativement supprimée ; par l'initiative féconde des Polonais, mais sous d'autres formes, elle subsista quand même.

Sur ce terrain encore, par une active diffusion des études, par un enseignement libre et patriotique, on préparait une résurrection nationale, sans se soucier de la date, ni de la nature de l'événement libérateur.

Enseignement supérieur

Dans le domaine du haut enseignement, le gouvernement austro-hongrois, longtemps manœuvré par les deux autres puissances co-partageantes, en est venu à concéder plusieurs libertés aux Polonais, dont l'aptitude scientifique avait été plus d'une fois utilisée au profit de tout l'Empire. Les Universités de Cracovie et de Leopol en ont bénéficié. En 1895, elles n'avaient en tout que 532 étudiants. En 1907-1908 elles en comptaient plus de 8 000.

Le gouvernement prussien est toujours demeuré tyrannique, tandis que les administrations russes ont

(1) M. Noir et Z. L. Zaleski ; p. 29.

plusieurs fois subi les fluctuations de la politique générale.

Toutes les fois que des entraves furent mises à la liberté, surgirent, dans les Universités, deux sortes de résistances aux oppresseurs.

Du côté des étudiants, ce fut l'esprit de corps entre Polonais et simultanément l'esprit de contradiction, puis d'opposition, et enfin de révolte contre les oppresseurs, révolte libératrice et studieuse, nullement nihiliste, ni anarchique, pas même destructrice.

Du côté des professeurs, ce fut cette manière d'indépendance irréductible, qu'inspire la notion claire des vérités certaines. Il en résulte un mépris insondable pour tous ceux, — quels qu'ils soient — qui entravent les expressions et les manifestations de la vérité. Et c'est ainsi qu'il s'est trouvé des professeurs polonais, débarrassés du souci des contingences, pour enseigner avec éclat, non seulement à Cracovie et à Leopol, mais encore en Suisse, en Amérique, en France et partout où ils trouvaient une chaire pour professer sans ambages leur part de vérité technique exempte de compromission ou d'arrivisme.

A Varsovie, il y avait, au temps du Duché créé par Napoléon (1808-1814), une école de droit et une école de médecine. Après le Congrès de Vienne (1815), ce groupe devint une Université, qui, à dater de 1818, se composa des cinq Facultés, qui sont d'usage régulier. Après l'insurrection de 1831, toutes les Universités de Pologne furent fermées, celle de Varsovie comme les autres.

Après la guerre de Crimée de 1854-1855, la Russie reconstitua, non pas une Université, mais une simple école de droit et simultanément une école de médecine et de chirurgie. En 1862, ces deux écoles devinrent des Facultés de la « haute école », en polonais *Szkola Glowna* (équivalent du terme Université). Après l'insurrection

de 1863, les tracasseries furent renouvelées ; les mécontentements aussi.

En 1869, l'Université polonaise de Varsovie fut remplacée par une Université russe. On y favorisa les étudiants originaires de la Grande-Russie. « Des facilités leur furent consenties aux examens... » (1).

Ce fut un avantage pour les arrivistes, un fatal abaissement du niveau des études.

Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, ce système se heurta à une opposition acharnée de la part des étudiants polonais. Beaucoup d'entre eux, échappant au système pédagogique russe, se rendirent dans les Universités étrangères. Ceux qui restèrent firent entendre de fréquentes protestations, qui, au début surtout, demeurèrent absolument vaines... Seuls les bouleversements de l'Empire russe, en 1905, firent aboutir le mouvement protestataire des étudiants.

Du 28 janvier 1905 date un des plus vigoureux événements qui amena l'enseignement supérieur et le haut travail scientifique à participer à l'effort commun en vue de la future résurrection de la Pologne. Ce jour-là toute la jeunesse universitaire de la Pologne du Congrès décréta la grève générale. Chaque étudiant y risquait son avenir ; mais il y apportait sa foi patriotique et son ardeur juvénile. A la suite de cette énergique mesure, on répandit la nouvelle que l'administration russe avait décidé d'ordonner la « repolonisation » des Universités. Le gouvernement n'en fit rien ; il se borna simplement à créer à l'Université de Varsovie une chaire de langue polonaise et une de littérature polonaise. Les étudiants ne furent pas dupes de cette demi-mesure et les Universités restèrent fermées pendant des années entières.

(1) *La Pologne*. Paris et Lausanne, Payot, 1918 ; p. 677.

Lorsqu'on les rouvrit, les bancs des auditoires étaient presque exclusivement occupés par des auditeurs venus de l'intérieur de la Russie, et particulièrement par ceux, qui, faute de capacités suffisantes, n'avaient pu être admis dans l'Université de leur pays d'origine ; ce fut une cause surajoutée pour l'abaissement du niveau des études. On réussit de la sorte à rendre l'Université de la Pologne du Congrès entièrement étrangère à la population. Après avoir annoncé la « repolonisation », on arrivait au résultat opposé. Les étudiants polonais se sont abstenus de fréquenter l'Université (1).

Le boycottage a ainsi porté sur 1° l'Université de Varsovie, à laquelle sont rattachés, depuis 1911, des cours spéciaux pour jeunes filles ; 2° le polytechnicum (école polytechnique, créée en 1894 par souscriptions polonaises privées) ; 3° l'institut vétérinaire, qui fut russifié après l'insurrection de 1863 ; 4° l'institut agronomique et forestier de Pulawy (en russe Nowaja Alexandrija), modifié, après 1863, par la russification de l'ancienne Académie Polonaise d'agronomie.

Les Polonais avaient ainsi combattu pour obtenir la « repolonisation » de ces institutions d'enseignement supérieur ; ils n'y avaient pas réussi ; mais ils ne furent pas résignés au *statu quo*. Ils se résolurent à entreprendre la lourde tâche de fonder, à leurs propres frais, des Universités populaires privées, libres.

On n'attendit pas longtemps après que les étudiants eurent abandonné l'Université de Varsovie. En peu de temps on se mit à l'œuvre pour édifier une haute école de même genre. Ainsi, à Varsovie prirent naissance les « cours scientifiques ». Il n'était pas possible, évidemment, de fonder en un tour de main une Université conçue d'après le type habituel. Ce que l'on fit se rapprochait plutôt du type des « Universités libres » de l'Ouest. Les

(1) *La Pologne*. Paris et Lausanne, Payot, 1918 ; p. 677.

Facultés de cette Université, de Lettres, de Sciences naturelles, de Technique et d'Horticulture se développèrent très vite. Durant le semestre d'été 1914, les cours étaient enseignés par 70 professeurs ; ils réunissaient 1100 étudiants (1).

Deux autres Universités, pédagogiques celles-là, et destinées aux femmes, furent créées, grâce à des souscriptions privées. L'une d'elles est entretenue par l'association catholique.

Également à titre privé (libre), on fonda des cours commerciaux universitaires ; ils furent fréquentés d'emblée par des centaines d'étudiants.

L'Université d'agronomie, succédant à l'Académie polonaise d'agronomie, a été séparée, en 1912, de l'Association des cours scientifiques. Elle a pris le nom de « Cours industriels agronomiques ». Elle a une importance utilitaire de premier ordre parmi les institutions d'enseignement supérieur libre. Avant la guerre de 1914-1918, elle comptait environ 600 étudiants.

A la même époque, il y avait aussi, à Varsovie, l'école de mécanique et de technique de MM. Wawalberg et Rotwand d'une part ; les « cours commerciaux pour femmes » d'autre part, qui contribuaient, chacun dans sa sphère, à préparer la reconstitution éventuelle de la Pologne libérée.

Dans l'ordre de l'enseignement supérieur, ce qui était facile en Galicie, encore très manifeste en Russie, ne pouvait être préparé ostensiblement en Silésie, en Posnanie, ni en Prusse occidentale. Il faut cependant bien admettre que la libération de la Pologne y était espérée autant qu'ailleurs, puisque l'Université polonaise de Poznan surgit, magnifique et prospère, provoquant l'admiration et les vœux des Français, qui en ont vu

(1) *La Pologne* ; p. 678.

les débuts dans cette région laborieuse, sagace et prospère, vraiment digne de toutes ses libertés reconquises.

Il faut le reconnaître, la résurrection de la Pologne, loin d'être improvisée, a été laborieusement préparée par les Polonais eux-mêmes, et dans tous les ordres de l'enseignement. Si la vie est devenue si intense dans chacun des trois tronçons raccordés, c'est parce qu'elle n'a jamais cessé pendant la longue période du néfaste partage et du morcellement jamais accepté.

La vie latente a été entretenue dans les familles ; elle a été soutenue, au besoin ranimée, dans les écoles de tout rang, au prix de grands sacrifices et malgré de nombreux déboires, pour demeurer fidèle à l'idéal d'une noble patrie.

Académies

Plus curieuse encore est la portée des Bibliothèques, des Académies, des Sociétés scientifiques de toutes sortes.

C'est pour la Pologne et par l'initiative des Polonais obstinés dans leur confiance, qu'il a été constitué un peu partout, des fondations, des locaux, des collections, des laboratoires, et aussi d'importantes publications, périodiques ou non, que l'Occident peut envier actuellement, sans avoir les ressources nécessaires pour en entreprendre une imitation.

Certes, les magnats polonais se sont montrés de grands esprits et se sont honorés par des libéralités d'aussi haute envergure. A côté d'eux il faut aussi reconnaître les mérites des travailleurs de l'esprit : il s'en est rencontré à tous les rangs de la société ; et il convient d'admirer leur ardeur vers leur idéal scientifique, littéraire ou artistique ; leur activité et leur zèle pour soutenir, exciter élever le moral polonais.

Pour ces hommes d'élite, l'administration du chemin de fer de Vienne à Varsovie (qui possédait aussi, jusqu'à la frontière, la ligne de Varsovie vers Berlin), a été, pendant soixante ans, une ressource du plus haut prix. De 1848 à 1908, cette administration a conservé toutes ses libertés ; et elle en a fait le plus bel usage en faveur des esprits de choix, qui demeuraient les serviteurs discrets, mais fidèles, de l'idéal polonais.

Parmi les employés, qui vivaient modestement de leurs fonctions administratives, il s'en est trouvé un bon nombre pour cultiver leur talent dans la littérature, dans la poésie, pour continuer leurs études scientifiques, pour faire fructifier leurs recherches antérieures. Leurs travaux désintéressés remplissent les publications des Académies et des Sociétés savantes et tout le monde proclame en Pologne, la salutaire influence de ses œuvres scientifiques et littéraires, même de portée abstraite, que les persécuteurs n'ont pas pu entraver.

Il faut bien le reconnaître, par des voies détournées et peu prévues, le travail, dans toutes les sciences, a maintenu les Polonais, même du plus haut rang, dans une activité psychique constante, dans une salutaire unité d'âme, dans une culture opiniâtre d'un idéal national. Le travail scientifique désintéressé a fourni sa part coordonnée pour ramener la Pologne à son rang de grande nation, indépendante et unifiée. Ce travail, qui semble théorique, a été mené par l'usage judicieux d'un simple reste de liberté. Il est instructif d'en connaître les phases mouvementées.

Dès 1816 ou 1817, les Polonais ont fondé, à Cracovie, une « Société des Amis des Sciences ». Son crédit était si bien acquis, qu'au XIXe siècle, les savants de France et ceux de toute l'Europe s'honoraient d'en être membres correspondants. En 1868 elle fut transformée en « Académie des Sciences de Cracovie ». En 1873, elle fut définitivement l'active protectrice des sciences en Pologne,

l'organe centralisateur des études scientifiques ; elle contribua efficacement au développement des études et des recherches de tout ordre ; elle est devenue le couronnement de tout l'édifice de l'enseignement dans toute la Pologne historique. Cette Académie célèbre est partagée en trois classes : Histoire et philosophie ; Philologie ; Sciences mathématiques et naturelles. Son fonctionnement est préservé de bien des entraves ; car il s'y trouve dix Commissions autonomes : 1) Histoire de la philosophie polonaise ; 2) Jurisprudence ; 3) Histoire ; 4) Histoire de l'art ; 5) Anthropologie ; 6) Littérature et instruction publique en Pologne ; 7) Philologie ; 8) Linguistique ; 9) Physiographie ; 10) Histoire des Sciences.

En dehors du Bulletin mensuel, rédigé en quatre langues : français, anglais, allemand, latin, l'Académie des Sciences de Cracovie a publié jusqu'en 1913 : trois cent trois volumes de mémoires et Comptes rendus et cent quatre-vingt-huit volumes de Documents d'archives et de Monographies scientifiques. Elle possède des stations scientifiques : à Paris, où elle a une bibliothèque de 100.000 volumes, à Rome, à Constantinople. L'admission à l'Académie des Sciences de Cracovie n'est accordée qu'aux auteurs d'importants travaux scientifiques ; c'est pourquoi le nombre des membres est restreint.

De toute la Pologne on communique le résultat des recherches scientifiques à l'Académie des Sciences de Cracovie.

La Galicie est favorisée au point de vue scientifique. Autour de l'Académie des Sciences de Cracovie, elle possède deux Universités, l'une à Cracovie, l'autre à Leopol ; une Académie d'agriculture à Dublany ; deux Écoles supérieures vétérinaires ; une École des beaux-arts à Cracovie, des écoles de musique à Leopol et à

Cracovie ; et un nombre considérable d'écoles spéciales et de Sociétés fondées au fur et à mesure des besoins au cours des cinquante dernières années.

La « Société des Amis des Sciences de Posnanie » existe depuis 1857 ; elle n'a jamais cessé de travailler et de protéger la science polonaise. Elle publie ses « Annales », qui, en 1903, formaient 56 volumes, auxquels s'ajoutent d'importants recueils de documents historiques. Elle comporte cinq sections : 1) (depuis 1851), section d'histoire et de littérature ; 2) section des sciences naturelles ; 3) (depuis 1865), section de médecine ; 4) (depuis 1908), section de droit et d'économie publique ; 5) (depuis 1912), section technique. La première section a possédé de nombreuses Commissions à titre temporaire : Commission orthographique ; Commission pour l'appréciation des œuvres populaires ; Commission des antiquités ; Commission d'archéologie, laquelle publie une revue spéciale, Notices archéologiques. Les Nouveautés médicales paraissent depuis 1889. Et l'Annuaire avec dissertations scientifiques paraît depuis 1857.

La « Société des Amis des Sciences de Posnanie » organise des concours, protège les monuments du passé et elle élève des statues aux hommes illustres. Depuis 1874, elle est logée dans un immeuble, qui lui appartient; et depuis 1908, elle est transférée dans un bâtiment neuf. Elle possède une bibliothèque comprenant 45 000 ouvrages formant 140 000 volumes et 800 manuscrits ; une galerie de 800 tableaux ; une collection de trouvailles préhistoriques et archéologiques ; une collection ethnographique ; une collection de numismatique ; des collections de sciences naturelles et des séries de souvenirs.

La « Société des Amis des Sciences de Wilno », fondée en 1906, possède depuis 1907 un bâtiment à son usage,

et, depuis 1913, un autre entièrement nouveau. Cependant le milieu scientifique de Wilno a connu de dures épreuves, parce que le caractère demeurait polonais. En 1832, sa vénérable Université fut fermée et aussi les institutions scientifiques qui en dépendaient. Seule l'Association des Médecins fut autorisée à subsister ; mais, à partir de 1874, la langue polonaise y fut supprimée : la Société reçut l'ordre de ne plus employer que la langue russe dans ses délibérations et dans ses procès-verbaux. On daigna pourtant permettre aux médecins qui ne savaient pas le russe de parler en français, en allemand ou en anglais. Enfin, pour subsister à travers les tracasseries, l'Association médicale en fut réduite à être entièrement subordonnée aux autorités administratives.

Aussi l'émotion fut-elle intense lorsqu'on apprit que la « Société des Amis des Sciences » était officiellement reconnue à Wilno. De toute la Lithuanie, on peut le dire littéralement, les donations affluèrent ; il y eut des collections polonaises, des livres, des documents d'archives. On oublia des pillages, qui avaient naguère transporté en Russie des trésors de même sorte. En 1911, la « Société des Amis des Sciences de Wilno » comptait 400 membres, dont 353 ordinaires et 47 membres d'honneur, protecteurs, correspondants et membres à vie. Sa bibliothèque compte plus de 50 000 volumes. Ses archives sont importantes. Ses collections groupent 40 753 objets en onze sections.

A Leopol (Lwow), les zélateurs de la recherche scientifique n'ont pas cherché à rivaliser avec l'Académie des Sciences de Cracovie ; aussi n'ont-ils pas fondé de Société scientifique générale. Par contre on y a créé, pour chaque branche de la science, des associations spéciales, de sorte qu'à cet égard, Leopol est la ville la plus richement dotée de toute la Pologne.

D'ailleurs, dans toute la portion soumise à la domination autrichienne, il y a longtemps que les autorités de l'État, du pays et des communes se partagent les services hospitaliers. La loi du 30 avril 1870 introduit, pour toute la Galicie, le principe de l'autonomie des services d'hygiène ; et elle départage les compétences des différentes autorités qualifiées pour participer à leur administration. L'activité bienfaisante des hôpitaux réorganisés amena beaucoup d'autorités de districts galiciens, ne possédant aucun hôpital, à en fonder à leurs frais ; elles ont ainsi procuré à la population l'avantage de soins médicaux compétents. Dans le même temps les hôpitaux de Cracovie et de Leopol ont bénéficié des généreux subsides, qui leur étaient attribués par la Diète de Galicie ; ils se relevèrent de leur lamentable déchéance, furent modernisés et devinrent d'utiles écoles professionnelles de Médecine et des centres importants d'activité scientifique.

Constamment la Diète eut le souci d'ouvrir une Faculté de médecine à l'Université de Leopol. Longtemps le gouvernement y opposa un refus opiniâtre. Lorsque enfin fut décidée l'ouverture du premier semestre 1895-1896, la Galicie ne recula pas devant les sacrifices pécuniaires considérables, que nécessitait cette grande œuvre. On construisit deux bâtiments monumentaux, dont l'un fut consacré à la médecine interne, tandis que l'autre était affecté aux cliniques chirurgicale, obstétricale et gynécologique. Les cliniques de dermatologie et d'ophtalmologie furent établies dans des pavillons annexes bien adaptés à cet usage. Cependant la Diète de Galicie ne voulut considérer sa tâche comme achevée que lorsqu'elle eut obtenu du gouvernement autrichien la fondation d'une clinique psychiâtrique et d'une autre pour l'oto-rhino-laryngologie. Le Comité national, qui a toujours été pro-polonais, assuma la tâche difficile et épineuse d'administrer toutes ces Cliniques.

On comprend l'utilité du volume de 300 pages, qui a été édité en 1920 par la Faculté et par la Société de médecine de Leopol. Outre des documents scientifiques nouveaux, il y est présenté une relation loyale des progrès successifs de 1894 à 1919, avec l'énumération nominale de 544 promotions au doctorat, qui favorisent de plus en plus la vitalité de la Société médicale.

Les Associations scientifiques forment cinq centres d'après la situation géographique. Cracovie fait fonction de centre pour toute la Pologne ; et les quatre autres villes sont les centres des divers pays : Leopol pour la Galicie, Varsovie pour la Pologne du Congrès, Wilno pour la Lithuanie et Poznan pour le grand-duché de Posnanie. On peut aussi considérer comme un sixième centre Torun avec son Association scientifique, moins riche que les autres, mais néanmoins fort active.

Pour se rendre un compte exact du travail fourni par les Associations scientifiques de Pologne, il est indispensable de savoir dans quelles difficiles conditions elles ont été constituées et de quelles ressources elles doivent vivre.

En Galicie, où depuis 1860 le gouvernement n'a plus apporté d'entraves au développement scientifique polonais, le travail a fait des progrès extrêmement rapides.

Dans le royaume de Pologne (P. du Congrès), ce n'est qu'à partir de 1905 que la situation a commencé à devenir un peu moins défavorable. Dès que la légalité reconnut leur existence, les Associations scientifiques furent créées nombreuses et bientôt prospères.

Il n'est cependant pas permis d'oublier la longue liste des établissements scientifiques fermés ou non confirmés par le gouvernement russe. Même après 1905, toute institution scientifique polonaise, qui manifeste quelque activité créatrice, ou qui cherche à attirer un cercle

un peu étendu d'intellectuels, court le risque de voir fermer ses portes par le gouvernement.

A Varsovie, il y avait une association populaire pour l'avancement de la connaissance du pays. Elle avait préparé en 1913 une exposition de cartographie et une exposition Tatra. Quand vint le temps de les ouvrir, les fonctionnaires refusèrent les autorisations.

Dans toutes ces vexations on reconnaît l'influence allemande en Russie. Quand fut fondée la Société des Amis des Sciences à Poznan, le gouvernement interdit à tous les instituteurs et aux fonctionnaires d'en faire partie.

Pour entraver l'essor scientifique des Polonais, la fourberie prussienne fit davantage par l'Université de Leipzig. Un magnat polonais, le prince Jablonowski lui avait confié, en 1774, un fonds destiné à des buts scientifiques avec un règlement garanti par la Société scientifique du prince J. A. Jablonowski. Or, depuis 1846, ce fonds est détourné et affecté à des recherches étrangères à la fondation et incompatibles avec son règlement. L'Université de Leipzig va plus loin : dans son improbité, elle exclut les savants polonais de cette Société et les sujets polonais de la liste des prix.

La nation polonaise demeure tenace quand même, dans l'intérêt qu'elle porte aux Sociétés scientifiques et dans l'appui qu'elle leur a prêté. C'est clairement démontré par le nombre considérable de membres que comptent les sociétés scientifiques, même très spécialisées. Le développement très rapide et la prospérité évidente de ces sociétés en témoignent éloquemment. Tout le monde voit que ces institutions étaient nécessaires et désirées.

A Varsovie même, ce n'est qu'en 1907 que la Société scientifique a pu être mise sur pied. Elle compte trois membres d'honneur et cent onze membres ordinaires

répartis en trois sections. Il suffit de quelques années pour en faire une institution puissante. Quatre Commissions y fonctionnent. Son budget pour 1913 était 338 000 francs et son bilan 1 210 000 francs. C'est de dons et de cotisations volontaires que provient tout l'avoir dont les Sociétés scientifiques disposent et auquel elles doivent leur développement. Pour la seule année 1913, les dons remis à la Société des Sciences de Varsovie ont atteint le total de 339 000 francs.

En Pologne, les Sociétés scientifiques ne reçoivent aucun subside du gouvernement. Le nombre des donations faites pendant la seule année 1913 à l'Académie des Sciences de Cracovie ou à la Société des Sciences de Varsovie montre l'intérêt et le dévouement du public polonais (1).

C'est une tradition. « En 1776, les écoles possédaient, en Pologne, une fortune indépendante » (2). Pour les institutions polonaises, qui s'occupent d'encourager matériellement les études et les recherches scientifiques, il y a des fonds ; et ils ont été fournis exclusivement par l'initiative privée et grâce à l'esprit de dévouement de la nation.

Ces œuvres sont d'ailleurs loin de représenter toute l'activité sociale dans cette direction. On rencontre de nombreuses marques de l'encouragement efficace, fourni aux sciences, dans l'activité déployée par une quantité d'Associations historiques, artistiques et autres, qui, fréquemment, éditent de nombreuses publications.

Certains chiffres ont une particulière éloquence. Pendant l'année 1913 et le premier trimestre de 1914, la statistique enregistre 76 dons et legs, exclusivement en espèces, d'au moins 13 000 francs chacun, formant un total d'environ 12 863 000 francs. Ces dons étaient affec-

(1) *La Pologne ;* p. 718.

(2) K. Walizewski, *La Pologne inconnue ; pages d'histoire et d'actualité.* Paris, Colin, 1919 ; p. 97.

tés à des buts sociaux, philanthropiques, éducatifs et scientifiques.

Trente-deux d'entre eux, du montant d'environ 6 760 000 francs, étaient destinés à des œuvres d'éducation, ou à des œuvres scientifiques, à savoir : environ deux millions de francs pour l'instruction publique générale, 1 200 000 francs pour des bourses et 2 850 000 frs. pour des œuvres scientifiques et artistiques. Dans ces chiffres sont compris des dons affectés à une destination déterminée, par exemple 220 000 francs pour l'achat d'œuvres d'art pour le Musée national de Cracovie et 130 000 francs pour favoriser les études et les recherches de Polonais, qui travaillent dans le domaine de la biologie et de la médecine expérimentale.

Durant cette période, il fut fait, sans parler des immeubles, qui avaient été construits pour d'autres destinations, sept grands legs considérables, consistant en collections scientifiques et artistiques et en bibliothèques. Quelques-uns de ces legs étaient de très grande valeur, notamment les collections du fameux historien de l'Art et des mœurs polonaises, Wladislaw Lozinski (1).

Il ne faut cependant rien exagérer. En Pologne, la religion dominante est le Catholicisme. Le clergé catholique a parfois été assez riche pour posséder les deux tiers des terres ; mais la coexistence des cultes dissidents est la preuve de la loyale disposition des Polonais à l'égard de la liberté des autres. Parmi les dissidents, il y a des Luthériens, des Sociniens, des Grecs non unis soi-disant Orthodoxes russes, et surtout beaucoup de Juifs : aussi a-t-on surnommé la Pologne « le paradis des Juifs ».

Il ne faut pas s'étonner de la part très large que les Polonais ont toujours réservée à l'enseignement et au

(1) *La Pologne*. 1918 ; p. 723.

travail scientifique en vue d'aboutir à la restitution de leurs libertés nationales.

Pour ces hommes de foi profonde et de loyale sincérité, il n'est pas douteux que l'enseignement à tous ses degrés notifie et propage la vérité ; il est certain que le travail scientifique précise et élargit le domaine de la vérité ; et que Dieu fait fructifier l'un et l'autre par les voies qu'Il se réserve.

Fermement convaincus de ces principes, les Polonais ont compris la scélératesse des procédés de leurs ennemis. En effet, porter atteinte aux libertés de la science, c'est commettre un attentat contre ce qu'il y a de plus élevé dans les attributs de l'homme : c'est frapper son caractère le plus sublime, celui par lequel il domine la nature entière, le seul, vraiment, qui fasse de l'homme, être périssable, une image de Dieu même.

Devant l'idéalisme polonais c'est là une aberration. Pour commettre un pareil acte de déraison, il faut que l'ennemi ait subi la griserie de l'orgueil avec sa conséquence, la folle confiance dans sa propre force « comme si omnipotence impliquait omniscience » (1). Quiconque est au service de la Vérité doit résister à une pareille prétention. Le devoir a pu être dur pour les Polonais ; mais ils ont noblement défendu leur pays sur ce terrain ardu et onéreux ; ils ont su se maintenir à la hauteur de leur noble tâche.

Il faut donc le reconnaître : à la Pologne autant qu'à la Belgique s'applique la parole célèbre : « Un pays qui se défend s'impose au respect de tous. Ce pays ne périt pas » (2).

Dr Guermonprez,
Professeur à l'Université catholique
de Lille.

(1) Legendre, *Tour d'horizon mondial*. Paris, 1920 ; p. 170.
(2) Albert Ier, *Manifeste royal* : août 1914.

PIERRE DUHEM

ET

LA THÉORIE PHYSIQUE

Il est arrivé deux ou trois fois, depuis que l'esprit humain s'est appliqué à scruter les mystères de la nature, que les savants ont cru avoir atteint le fond même des choses et donné des phénomènes une explication définitive. Ce fut surtout au XVIIe siècle, quand Descartes prétendit tout éclaircir par « des raisons de Méchanique » en ne se servant que de la figure et du mouvement, et peut-être plus encore au XIXe, dans l'enthousiasme soulevé par la constitution des grandes théories physiques, telles que la théorie ondulatoire de la lumière et la théorie mécanique de la chaleur. Dans ces grandioses synthèses on se plut à voir, non seulement le mécanisme exact des phénomènes, mais aussi la structure intime de la matière et son explication cosmologique.

Nous sommes bien revenus de ces vastes ambitions. D'abord, cela va sans dire, le savant du XXe siècle renonce à toute prétention d'usurper sur le domaine de la métaphysique. De plus, assagi peu à peu par de multiples déceptions dans ses essais d'adaptation, aux théories en vogue, des apports incessants des découvertes nouvelles, il a fini par se demander s'il n'était pas vain de vouloir expliquer le monde, même au simple point de vue physique. La nature ne laisse démonter que ses pièces extérieures, pour ainsi dire ; le fond demeure impénétrable. Incapables de l'analyser directement, nous pouvons tout

au plus imaginer un système, un mécanisme apte à produire un certain nombre des effets que nous observons, mais nous ne pouvons jamais affirmer que le mécanisme, à l'œuvre dans les profondeurs intimes de la matière, est précisément celui-là, parce qu'il ne nous est pas donné de démontrer qu'aucun autre n'en serait capable.

Je m'aventure peut-être en attribuant cet état d'esprit au savant du XXe siècle, en général ; limitons-le, pour ne rien exagérer, au physicien. Aussi bien, c'est, de tous les hommes de science, le mieux qualifié pour en parler avec autorité : car, de l'aveu unanime, c'est dans la physique qu'on trouve les plus nombreux et les meilleurs exemples du développement des théories scientifiques.

A cette évolution personne n'a contribué plus puissamment que Pierre Duhem. Pendant plus de vingt-cinq ans il n'a cessé de méditer sur la structure logique des théories et sur leur rôle dans la science. Cette analyse aussi pénétrante que patiente a livré ses fruits progressivement en de nombreux articles dont cette REVUE a eu l'honneur de publier les premiers, à partir de 1912, et dont plusieurs séries ont été réunies en volume. Un ouvrage capital intitulé « La Théorie Physique », paru en 1906 (deuxième édition en 1914), renferme la doctrine complète de notre illustre collaborateur et en donne tout l'enchaînement, avec la forme définitive. C'est là surtout que nous irons chercher sa pensée.

Plus ouvert et plus compréhensif que E. Mach, qui ne voyait dans la théorie que l' « économie du travail intellectuel », plus profond et plus objectif que H. Poincaré qui se complaisait, en ces matières, aux généralités brillantes et volontiers paradoxales, il excelle à embrasser toute la réalité des faits, comme à en dégager tout le sens caché. Jamais les notions d'expérience de physique, de loi physique, n'ont été fouillées, retournées avec une curiosité plus opiniâtre et une perspicacité plus aiguë ;

jamais l'intervention d'un symbolisme abstrait pour les relier logiquement n'a mieux été mise en lumière, et le point précis où s'introduit la convention, et ses répercussions les plus lointaines sur l'ensemble et sur le détail.

Comme beaucoup de réformateurs, passionnés pour la mission qu'ils se sont assignée, Duhem n'a pas toujours su se garder de toute exagération, et certaines de ses idées, nous ne le dissimulerons pas, ne sont pas communément admises. Entre les errements anciens et la réaction énergique dont il a été le chef, la pensée scientifique paraît avoir adopté une voie moyenne, également éloignée de la présomption et du scepticisme. Il n'en a pas moins donné une impulsion vigoureuse au mouvement d'assainissement de l'atmosphère scientifique en combattant les outrances de ceux qui se flattaient d'avoir pénétré définitivement la vraie nature des choses.

Le meilleur hommage à rendre à son œuvre est peut-être de donner un aperçu critique de l'état actuel de la question. C'est à cette tâche que nous allons nous essayer (1).

* * *

Comment se forme une théorie physique ? Elle naît d'une double opération intellectuelle sur les phénomènes observés : groupement des faits en lois, groupement des lois en systèmes. La théorie physique est un système de lois logiquement ordonné.

Les faits d'abord, les faits méthodiquement observés, sont à l'origine de toute connaissance scientifique. Mais les faits isolés ne sauraient constituer une telle connaissance. Il faut en extraire un énoncé général, abstrait, applicable à un grand nombre de faits qui ont certains traits communs, et permettant d'en prévoir, par induc-

(1) Sur le même sujet, traité d'un point de vue différent, voir la magistrale étude de M. A. Witz : *Le conflit sur la valeur des Théories physiques*, tome LXXVII de la Revue, janvier-avril 1920.

tion, un grand nombre d'autres qui présentent les mêmes traits. Je plonge un thermomètre dans un vase contenant de la glace fondante, et je constate que le mercure reste stationnaire tant que la fusion n'est pas complète : c'est un fait. Le résultat est le même si j'opère à d'autres moments, en d'autres lieux, sur d'autres récipients, avec d'autres thermomètres : toujours la hauteur du mercure reste invariable. Je me crois alors en droit d'affirmer que la température de fusion de la glace est constante. C'est une loi. Elle résume dans son énoncé tous les faits particuliers observés et, de plus, elle prédit les faits du même genre qui seront observables à l'avenir.

En général, quand les expériences ou les observations sont bien faites, il n'est pas difficile d'énoncer des lois. Il est beaucoup moins aisé de grouper les lois en théories. Il faut, pour cela, les faire découler comme conséquences logiques d'un principe unique. Ce principe unique est le plus souvent une hypothèse, quelquefois un fait d'expérience ou une loi plus générale. Ce dernier cas est rare, et c'est bien regrettable, car il est évident qu'il nous donnerait ce qui nous est refusé d'ordinaire : savoir, une explication complète et définitive. Le type en est l'acoustique ou la théorie des vibrations sonores. C'est un fait que le son consiste objectivement dans des vibrations qu'on peut voir, mesurer, etc. Dès lors les lois de la mécanique nous permettent de calculer ce qui se passera dans le cas d'un corps vibrant de forme et de propriétés déterminées, c'est-à-dire de déduire de l'hypothèse fondamentale les lois des vibrations des cordes, des verges, des tuyaux, etc.

Plusieurs théories particulières peuvent, à leur tour, se rattacher à un principe commun plus élevé, et il est clair que la théorie générale qui en résulte doit être considérée comme d'autant plus parfaite qu'elle se subordonne un plus grand nombre de théories particulières. Comme il n'y a pas de limite assignable à ce processus,

on est amené logiquement à viser à l'universalité absolue, en d'autres termes, à chercher finalement un principe d'où puissent se déduire toutes les lois de la nature inanimée.

Les propriétés qu'on prendra pour point de départ seront, dès lors, les plus générales possibles. De là cette tendance si remarquable des théories physique à considérer non pas les éléments les plus petits que nous puissions effectivement reconnaître dans les corps, car ceux-là participent encore aux propriétés distinctives des diverses substances particulières, mais des éléments bien plus petits encore, qui échappent absolument aux prises de l'observation directe, et qu'il nous est loisible, par conséquent, de douer des propriétés communes dont nous avons besoin.

Mais si nous ne pouvons nous empêcher de recourir à une division de la matière qui dépasse les limites de l'expérimentation, nous nous garderons soigneusement de chercher en dehors du cadre des propriétés connues les activités que nous attribuerons à nos éléments. Nous nous contenterons, si possible, des attributs essentiels qui se retrouvent de la même manière à des degrés divers dans tous les corps de l'univers, savoir la masse, l'étendue, la force et le mouvement local. Grâce à ce choix, le nombre des hypothèses sera limité au strict minimum. Autre avantage inappréciable : les diverses branches de la physique seront ramenées à celle d'entre toutes qui présente la forme la plus précise et la plus concrète, je veux dire la mécanique. Elles en deviendront plus directement saisissables pour l'intelligence, se prêteront mieux aux mesures et au calcul, et répondront plus pleinement à l'idéal de simplicité auquel tend instinctivement notre effort.

Nous éviterons avec le même soin de pousser notre analyse de la composition des corps jusqu'aux éléments métaphysiques, comme on a eu le tort de le faire quelque-

fois, par exemple jusqu'aux atomes de Descartes qui ne sont qu'étendue, ou jusqu'à ceux de Boscovich qui ne sont que centres de forces. Sans quitter le terrain purement physique, il est toujours possible d'attribuer à la matière une structure et à ses dernières particules des propriétés telles que les lois observées en résultent.

Newton suppose que les particules ultimes de la matière s'attirent en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances ; hypothèse admirable, mais invérifiable, dont on tire immédiatement par le calcul toutes les lois de la pesanteur, et en outre celles de la mécanique céleste. C'est la théorie de l'attraction universelle.

On a bien des raisons de croire que ces particules ne sont pas au repos ni au contact les unes avec les autres. En considérant leurs mouvements rapides et désordonnés comme l'essence même de la chaleur, on peut en conclure une foule de lois particulières de ce chapitre de la physique. C'est la théorie mécanique de la chaleur.

L'agitation des particules se transmet à distance, même dans le vide. On est conduit ainsi à imaginer un milieu différent de la matière proprement dite, et qui servirait de véhicule aux rayons calorifiques et lumineux en vibrant sous le choc des particules : c'est l'éther. On arrive de la sorte à la théorie ondulatoire du rayonnement.

Or, il est impossible d'isoler deux atomes de matière et de constater qu'ils s'attirent comme le veut l'axiome de Newton ; il est impossible de suivre une molécule gazeuse dans sa course capricieuse et de démontrer que la chaleur n'est pas autre chose que la force vive de milliards de mouvements du même genre ; il est impossible d'établir l'existence de l'éther autrement que comme un postulat et parce que nous ne saurions nous en passer. Et pourtant, une fois adoptées, ces hypothèses nous renseignent admirablement sur une foule de lois et nous y conduisent avec une sûreté infaillible par la déduction mathématique.

Est-ce à dire qu'elles soient, comme on dit souvent, vérifiées par leurs conséquences ? C'est une bien séduisante illusion, c'est justement celle à laquelle on s'est laissé entraîner au XVIIe et au XIXe siècle, mais ce n'est pas autre chose qu'une illusion.

D'abord, en saine logique, il n'est pas permis de conclure de la vérité d'une conséquence à la vérité d'un principe. Ensuite, si nous montrons qu'avec nos hypothèses tout s'explique — et nous avons déjà dit qu'à la longue les théories deviennent impuissantes à s'assimiler les conquêtes nouvelles de la science — nous ne montrons nullement qu'il ne peut exister d'autres hypothèses qui l'expliqueraient aussi bien. Elles seront peut-être découvertes quelque jour, mais quand elles ne devraient l'être jamais, leur possibilité seule nous empêcherait toujours de conclure légitimement que notre hypothèse est la vraie.

H. Poincaré entreprend même de démontrer que s'il est une explication mécanique possible qui sauvegarde le principe de la conservation de l'énergie et celui de la moindre action, il en est une infinité. Bien entendu, il y en a dans le nombre que nous repousserons toujours comme beaucoup trop compliquées ; car nous sommes instinctivement persuadés que la nature est simple, et ce qui paraît trop compliqué nous déclarons que ce n'est pas *naturel.*

Il importe de ne pas confondre les explications mécanistes dont nous parlons ici avec les *modèles mécaniques* dont se servent volontiers les physiciens anglais. Ces modèles sont des appareils de dimensions finies, matériellement exécutables, qui par leurs mouvements seraient capables de donner une image, une représentation symbolique d'un groupe limité de propriétés. Leur ressemblance avec les phénomènes dont il s'agit de rendre compte est très grossière, et on admet explicitement qu'il ne saurait être question d'une assimilation complète.

Voici maintenant l'attitude caractéristique de Pierre Duhem vis-à-vis des hypothèses mcéanistes. A la suite de Rankine, Mach et Ostwald, il entend, pour sa part, les exclure absolument de la physique. Il veut construire la théorie uniquement sur les lois déduites directement de l'expérience. Les deux principes de la Thermodynamique lui paraissent parfaitement aptes à constituer cette base. Au moyen d'une définition préalable de l'énergie, il est possible d'en tirer rigoureusement toutes les lois particulières, y compris celles de la Mécanique, qui descendrait ainsi au rang d'une simple branche de la théorie générale. Celle-ci prendrait le nom d'Énergétique.

Mais Duhem visait plus haut encore. « Cette doctrine, dit-il dans la Notice où il résume ses travaux à l'occasion de sa candidature à l'Académie des Sciences (mai 1913), ne légiférerait pas seulement sur le mouvement proprement dit, réduit au changement du lieu que le mobile occupe, sur le mouvement local, comme eussent dit les Scolastiques ; elle réglerait tous les changements, toutes les modifications dont connaissent la Physique et la Chimie : dilatations et contractions qui altèrent la densité, fusions, vaporisations qui modifient l'état physique, réactions qui combinent les éléments ou dissocient les composés, phénomènes de toutes sortes qui changent l'électrisation ou l'aimantation.

» Pour imposer des lois à tous ces changements, cette doctrine n'imiterait pas les nombreuses théories mécaniques proposées jusqu'alors par les physiciens ; aux propriétés observables que les appareils mesurent, elle ne substituerait pas des mouvements cachés de corps hypothétiques, afin de pouvoir appliquer à ces mouvements les méthodes de la Mécanique rationnelle ; elle les prendrait tels que les donne la Physique expérimentale, sans prétendre les réduire à la figure et au mouvement lorsque ni les sens ni les instruments qui les aident n'ont effectué cette réduction ; ce sont ces données

immédiates de l'observation et de l'expérience qui seraient saisies par ses formules...

» La construction d'une telle science nous apparut bientôt comme un objet digne que notre vie fût consacrée à la poursuivre, dussions-nous ne l'atteindre que d'une manière fort imparfaite. »

Et ailleurs, parlant des hypothèses mécanistes : « Nous ne pouvons y reconnaître une vue divinatrice de ce qu'il y a au delà des choses sensibles ; nous les regardons seulement comme des modèles. De ces modèles, chers aux physiciens de l'École anglaise, nous n'avons jamais nié l'utilité ; ils prêtent, croyons-nous, une aide indispensable aux esprits plus amples que profonds, plus aptes à imaginer le concret qu'à concevoir l'abstrait. Mais le temps viendra sans doute où, par leur complication croissante, ces représentations, ces modèles cesseront d'être des auxiliaires pour le physicien, où il les regardera plutôt comme des embarras et des entraves. Délaissant alors ces mécanismes hypothétiques, il en dégagera avec soin les lois expérimentales qu'ils ont aidé à découvrir ; sans prétendre expliquer ces lois, il cherchera à les classer,... à les comprendre dans une Énergétique modifiée et rendue plus ample ».

Donc, plus de réduction des phénomènes à des mécanismes concrets, faciles à imaginer et auxquels nous sommes de longue date habitués. Rien que des symboles abstraits : lois très générales au début, lois particulières déduites par des raisonnements rigoureux ; et s'il arrive — ce qui est fréquent, hélas ! — que la confrontation avec l'expérience oblige à modifier les formules de ces lois particulières, introduction de termes correctifs donnés comme tels en s'interdisant rigoureusement de leur chercher un sens concret : tel est le tableau sévère de la théorie physique idéale pour Pierre Duhem.

Cet idéal, il a cherché à le traduire en acte. Dans les quatre volumes de son « Traité élémentaire de Méca-

nique chimique fondé sur la Thermodynamique », par exemple, il donne de sa conception, au témoignage d'un juge (H. Bouasse) peu enclin à une bienveillance excessive, un véritable modèle. Mais cette appréciation d'ensemble, motivée surtout par la maîtrise de l'exécution, en général, et notamment par la sobre élégance des chapitres du début, ne tarde pas à se tempérer chez le critique de réserves significatives sur la complication croissante des formules qui représentent les cas particuliers, tels que certains phénomènes d'hystérésis. C'est qu'alors, en effet, se présentent ces nouvelles variables, ces termes correctifs, qui n'ont d'autre raison d'être que de masquer l'hiatus entre le fait observé et le calcul. Il s'ensuit que l'Énergétique perd près du but, c'est-à-dire dans l'application des principes aux cas concrets susceptibles de vérification expérimentale, l'avantage qu'elle possède au point de départ sur la théorie mécanique. Celle-ci a d'ordinaire plus de peine à établir ses formules initiales, mais elle arrive de plain-pied à ses conclusions particulières.

Si l'on ajoute la difficulté toute spéciale de formuler une définition satisfaisante de l'énergie dès le début de la Thermodynamique et la rareté relative des esprits « profonds » qui se complaisent dans l'abstrait, on conçoit que la théorie entendue à la manière de Duhem n'ait pas rallié l'unanimité des suffrages. Mais l'œuvre réalisée n'en est pas moins belle, ni moins salutaire l'effort de réaction contre la prédominance trop exclusive du point de vue mécaniste.

Quoi qu'il en soit, l'ambition des physiciens n'est donc pas, disons modestement qu'elle n'est plus, de dévoiler le mécanisme réel des phénomènes, de dire comment les choses se passent au vrai dans les profondeurs de la matière. Suivant l'expression mise à la mode par H. Poincaré, leurs hypothèses ne visent pas à être vraies, mais seulement à être commodes. Ce qu'on cherche,

c'est uniquement un mécanisme capable de produire les phénomènes avec les caractéristiques que nous leur connaissons actuellement, donc une représentation aussi fidèle que possible, un modèle ou une image. On n'affirme pas que les choses sont telles, mais que tout se passe, c'est la célèbre expression de Newton, comme si elles l'étaient.

C'est ce que les anciens avaient déjà fort bien vu, et ce qui n'a été méconnu que pendant les courtes périodes signalées. Encore trouve-t-on, à toutes les époques, des esprits distingués qui résistent à l'entraînement général.

Pour les anciens, d'ailleurs, il ne s'agissait, bien entendu, que de l'Astronomie, la seule science assez avancée alors pour atteindre au stade de la constitution des théories. On en peut lire le détail dans les profonds travaux historiques de Duhem. Il nous suffira ici de citer S. Thomas, en qui se résume toute la tradition scientifique de l'antiquité : « Mais les suppositions qu'ils (les » astronomes) ont imaginées ne sont pas nécessairement » vraies, car peut-être les apparences que les étoiles pré- » sentent pourraient être sauvées par quelque autre mode » de mouvement encore inconnu des hommes » (1).

On a continué de penser ainsi jusqu'à la fin du moyen âge, à part quelques rares exceptions. Il est même assez piquant d'observer que, dans le fameux procès de Galilée, l'illustre savant défendait le point de vue actuellement abandonné par les hommes de science, tandis que les hommes d'Église raisonnaient comme nos Poincaré et nos Duhem. Le Cardinal Bellarmin écrivait à Foscarini, à l'intention de Galilée, le 12 avril 1615 : « Dire qu'en suppo- » sant la Terre en mouvement et le Soleil immobile, on » sauve toutes les apparences mieux que ne le pourraient » faire les excentriques et les épicycles, c'est très bien » dire ; cela n'offre aucun danger et cela suffit au mathé- » maticien. Mais vouloir affirmer que le Soleil demeure

(1) *De Caelo*, lib. II, lect. 17.

» réellement immobile au centre du monde, etc... c'est » chose fort périlleuse ».

* * *

Mais alors, si la théorie physique n'est pas le couronnement d'un édifice de vérités laborieusement acquises, si nous devons nous contenter d'une image, c'est-à-dire d'une ombre, à quoi bon nous donner tant de peine, et ne vaudrait-il pas infiniment mieux nous reposer dans un scepticisme nonchalant ? A quoi servent les théories, si en les embrassant nous n'étreignons aucune vérité nouvelle ?

L'utilité des théories physiques est double : elles nous servent à classifier nos connaissances et à les augmenter, à ranger notre domaine et à l'étendre.

D'abord, en mettant de l'ordre dans nos connaissances acquises, elles soulagent la mémoire et contribuent éminemment à ce que E. Mach considérait comme le but même de la science, savoir l'économie de la pensée. Il est effrayant de songer à la tension continue à laquelle nous serions condamnés pour avoir présent à la mémoire l'ensemble de toutes les lois particulières établies par la recherche scientifique, et dont la liste s'allonge tous les jours, si nous n'étions habitués à les rattacher à quelques principes très généraux qui nous permettent de les retrouver rapidement, au besoin. H. Poincaré compare la science « à une bibliothèque qui doit s'accroître sans » cesse ; le bibliothécaire ne dispose pour ses achats que » de crédits insuffisants ; il doit s'efforcer de ne pas les » gaspiller. C'est la physique expérimentale qui est » chargée des achats ; elle seule peut donc enrichir » la bibliothèque. Quant à la physique mathématique, » elle aura pour mission de dresser le catalogue. Si » ce catalogue est bien fait, la bibliothèque ne sera » pas plus riche. Mais il pourra aider le lecteur à se ser- » vir de ses richesses. Et même, en montrant au biblio- » thécaire les lacunes de ses collections, il lui permettra

» de faire de ses crédits un emploi judicieux ; ce qui est » d'autant plus important que ces crédits sont tout à » fait insuffisants » (1).

Dans la physique mathématique, présentée par Poincaré dans ce passage, le lecteur aura reconnu sans peine notre théorie physique : c'est en effet par le moyen de la déduction mathématique que les lois se rattachent aux hypothèses fondamentales. Mais, en vérité, il y a quelque chose de plus dans son rôle que les modestes attributions du bibliothécaire. N'oublions pas que partout où règne l'ordre, resplendit aussi la beauté. La théorie rend l'emploi des lois plus commode et plus rapide, sans doute. Mais, on l'a remarqué souvent, le vrai savant tient du tempérament de l'artiste. Ce qui le touche davantage que l'utilité pratique de la classification, n'en doutez pas, c'est la jouissance exquise de voir la théorie dérouler majestueusement, depuis les principes premiers jusqu'aux corollaires les plus minutieux, les anneaux de ses impeccables déductions, et de les voir vérifier sans faute par le plus sévère contrôle expérimental.

Mais, aux yeux de la plupart des savants, ce n'est là encore que le moindre mérite de la théorie physique. Ce qui est infiniment plus précieux, c'est qu'elle a la vertu de conduire à la découverte de vérités nouvelles. Le bibliothécaire, pour reprendre la comparaison de Poincaré, ne se borne pas à dresser le catalogue des collections dont il a la garde : il en signale les lacunes à ceux qui ont la disposition des crédits, et par là provoque les acquisitions nouvelles. Si, en effet, notre théorie représente assez fidèlement la nature pour faire dériver d'un principe commun un grand nombre de lois découvertes indépendamment les unes des autres et comme au hasard, il y a bien des chances pour qu'on en puisse tirer d'autres conséquences auxquelles nulle autre voie ne nous avait amenés à penser jusqu'alors. Si ces conséquences peu-

(1) *La Science et l'hypothèse*. p. 172.

vent se formuler en énoncés concrets et précis, voilà autant d'expériences déterminées à tenter, et toute prévision ainsi réalisée sera la découverte d'une loi nouvelle. C'est ainsi que G. Cuvier, le premier, il y a un siècle, faisait ses mémorables reconstitutions d'animaux fossiles, en partant seulement de quelques rares ossements mis au jour. Le schéma général qu'il s'était fait de l'organisation des diverses familles du règne animal, lui permettait de rétablir les pièces manquantes du squelette.

C'est un des procédés les plus fréquents de la découverte scientifique, une de ses formes normales. On essaye telle expérience, parce qu'on a remarqué telle conséquence de la théorie et qu'on veut la vérifier.

Considérons le principe de l'attraction universelle de Newton. La pesanteur étant supposée due à une force proportionnelle aux masses et en raison inverse du carré des distances, il en résulte d'abord qu'elle doit varier avec la distance au centre de la Terre, donc avec l'altitude. De là des recherches qui ont fait reconnaître effectivement cette variation, et par suite, l'aplatissement de la Terre vers les pôles. D'autres irrégularités du globe terrestre ont ensuite attiré l'attention, notamment les montagnes. Leurs masses, d'après le principe de Newton, devaient altérer la pesanteur. De fait, on a trouvé qu'elles dévient le fil à plomb dans leur voisinage, et qu'elles changent la période du pendule. Enfin l'idée est venue d'étudier directement les actions attractives qui doivent se faire sentir entre deux masses sphériques suspendues assez délicatement. C'est l'origine des belles expériences de Cavendish, reprises et complétées plus tard par Eötvos, par le P. Hagen, etc.

Mais Duhem n'est nullement disposé à souscrire à la persuasion générale que la théorie éveille l'esprit de recherche et provoque les découvertes. Il fait valoir que fréquemment les chercheurs sont guidés moins par les

hypothèses elles-mêmes que par la forme que revêtent leurs conclusions. Exemple : la double réfraction dans les cristaux biaxes. Fresnel avait remarqué que la théorie créée par Huyghens n'avait besoin que d'une construction géométrique simple sur une sphère dans le cas des milieux uniréfringents, et sur un ellipsoïde de révolution dans celui des milieux biréfringents uniaxes. Par analogie, il imagina de se servir de l'ellipsoïde à trois axes inégaux pour les biréfringents biaxes, et le succès fut éclatant.

De cet exemple, et d'autres semblables, comme aussi du fait que le progrès scientifique s'est produit maintes fois par le simple transport dans un domaine nouveau d'une théorie déjà faite pour un autre, Duhem prend occasion de réduire presque à rien le rôle d'inspiratrices de découvertes qu'on attribue généralement aux théories. « Ce qui, en elles, est durable et fécond, déclare-t-il, c'est l'œuvre logique par laquelle elles sont parvenues à classer naturellement un grand nombre de lois en les déduisant toutes de quelques principes ; ce qui est stérile et périssable, c'est le labeur entrepris pour expliquer ces principes, pour les rattacher à des suppositions touchant les réalités qui se cachent sous les apparences sensibles. » Rien de plus sage que cette distinction, et Duhem a parfaitement raison d'y attacher une grande importance.

Il faut bien se garder, en effet, de confondre l'hypothèse fondamentale d'une théorie avec la forme même qu'elle donne à cette théorie, c'est-à-dire avec l'ensemble des rapports qu'elle établit entre les diverses lois. L'hypothèse peut être erronée ; mais les rapports entre les lois sont réels : ce sont eux qui constituent les linéaments les plus précieux de la ressemblance du schéma avec la réalité : ils sont généralement la première et souvent la plus importante des découvertes faites grâce à la théorie. Prenons immédiatement un exemple. L'introduc-

tion de la théorie des vibrations de l'éther en optique a conduit à la considération des longueurs d'onde, et des fréquences de vibration de la lumière. C'est ainsi qu'on dit que les longueurs d'onde de la lumière visible sont toutes comprises entre 0,75 micron pour le rouge extrême et 0,4 micron pour le violet, ce qui correspond à 400 et 750 trillions de vibrations par seconde respectivement. Or, bien des personnes se figurent volontiers que ces nombres fantastiques sont de purs jeux d'esprit, dérivant logiquement sans doute de l'hypothèse des vibrations, mais sans lien aucun avec la réalité, si bien que la chute de l'hypothèse les entraînerait avec elle dans le néant. C'est une très grosse erreur. Ces nombres, au contraire, répondent à une propriété bien réelle, si réelle qu'ils résultent de mesures extrêmement nombreuses et précises, dont ils sont déduits par des calculs où l'hypothèse ne joue d'autre rôle que d'en avoir suggéré la forme. En d'autres termes, dans la lumière rouge, il y a bien réellement quelque chose qui varie 400 trillions de fois par seconde, et dans la lumière violette ce même quelque chose subit 700 trillions de variations dans le même temps.

L'hypothèse donne une indication sur la nature de ce quelque chose ; mais, cette nature fût-elle tout autre, la forme de la loi de variation n'en serait nullement affectée. Ainsi, dans la théorie de Fresnel, c'est l'éther qui vibre de manière à exécuter 400 trillions de mouvements dans un sens en une seconde et 400 trillions dans le sens opposé. Dans la théorie moderne, dite électromagnétique, c'est le sens d'une tension électromagnétique et d'une tension électrostatique, qui se renverse régulièrement avec la même fréquence. Il y a plus : la théorie de l'émission de Newton, pas plus que les théories ondulatoires, n'échappait à la nécessité d'invoquer une alternance de propriétés de période identique, pour rendre compte des phénomènes d'interférence. Elle y arrivait

au moyen de ce qu'on appelle la théorie des *accès :* les particules projetées dans son rayon lumineux avaient chacune deux bouts, deux *pôles* doués de propriétés opposées (l'un ayant un *accès* facile au miroir, l'autre un *accès* difficile), et s'avançaient en tourbillonnant sur elles-mêmes. Deux rayons voisins, tels qu'un rayon direct et son rayon réfléchi, interféraient quand leurs particules se croisaient en se présentant leurs pôles de propriétés opposées.

Dans tous les cas, nous avons donc affaire à une alternance périodique de propriétés dans l'espace et dans le temps. Elle peut se représenter par une sinusoïde. Si on se contente de cette loi générale, on obtient une théorie de la lumière indépendante de toute hypothèse. Il conviendrait de lui réserver le nom de théorie *ondulatoire*. Sans doute, si on veut en faire sortir en même temps les lois des ondes électriques, telles que celles qu'utilise la télégraphie sans fil, il faut donner aux équations une forme plus générale ; mais les nouveaux termes qui s'introduisent ainsi s'annulent sensiblement quand on se limite au cas de la lumière proprement dite.

Concernant la nature de cette propriété dont les variations se représentent par une sinusoïde, les diverses théories ont chacune leur conception particulière, et c'est ainsi que nous nous trouvons en présence d'une théorie de l'émission, d'une théorie des vibrations de l'éther, d'une théorie électromagnétique, etc. Mais cette échappée sur la nature intime du phénomène n'a guère d'influence sur la déduction des lois. C'est pour cela qu'aux yeux de Duhem, elle n'a pas de raison d'être. Au point de vue strictement logique, il a raison, incontestablement. Mais il s'agit d'autre chose pour le moment : nous nous demandons si, oui ou non, les hypothèses aident à trouver des vérités nouvelles. Et alors il est incontestable aussi, historiquement parlant, qu'elles ont inspiré, en effet, les recherches qui ont abouti à la découverte d'une

foule de lois, et que, sans elles, les théories eussent été vraisemblablement bien plus lentes à se constituer. Fresnel a donné un ensemble admirable de lois qui sont exactes dans toute théorie ondulatoire, au sens le plus général du mot ; mais il n'en reste pas moins vrai que, pour les trouver, il pensait en vibrations de l'éther. Nous avons exposé plus haut comment l'hypothèse de l'attraction unvierselle a été l'amorce de toute une série de découvertes importantes. On pourrait multiplier les exemples indéfiniment. L'utilité serait mince, vu qu'on est assez généralement d'accord sur ce point.

Mais nous en examinerons encore un qui donne, pensons-nous, la clef de l'intransigeance de Duhem. C'est celui de la théorie mécanique de la chaleur, hypothèse qu'il avait tout particulièrement en aversion. On ne peut se défendre de l'impression qu'il se laissait entraîner inconsciemment trop loin par une rivalité de doctrine. L'Énergétique, dont il s'était constitué le champion, coordonne et aurait pu faire prévoir, parmi bien d'autres lois, un bon nombre de celles que suggère aussi la théorie mécanique. Mais, en fait, elle a été plus d'une fois devancée par cette dernière. Sans doute, on peut soutenir qu'elle eût été capable d'en faire autant ou mieux peut-être, mais cela ne saurait prévaloir contre le fait historique que, sur plus d'un point, le progrès a été dû à sa rivale. Duhem le reconnaît, en somme, mais d'assez mauvaise grâce. Ajoutons que les hypothèses mécanistes ont beaucoup contribué, notamment dans les travaux de Joule et de Clausius, à l'avènement de la Thermodynamique, et, par suite, de l'Énergétique elle-même. Les temps sont-ils si lointains où Thermodynamique et Théorie mécanique de la chaleur étaient synonymes ?

L'Énergétique, d'autre part, est une science extrêmement abstraite et il ne faut pas oublier que les Mémoires de W. Gibbs, un de ses principaux fondateurs, sont res-

tés enfouis pendant vingt-cinq ans dans les procès-verbaux de l'Académie du Connecticut, avant d'attirer l'attention du monde savant. En somme, il est difficile de ne pas concéder que cette forme particulière de la théorie physique, parfaite au point de vue de la présentation des vérités acquises, est un médiocre outil de découverte; car c'est un fait d'expérience psychologique que l'imagination créatrice s'appuie toujours de préférence, quoi qu'on en dise, sur des données concrètes. Seuls, des génies exceptionnellement doués se jouent dans l'abstrait avec une vue assez perçante pour y découvrir des avenues insoupçonnées. Il serait « peu économique » de réserver le travail d'avancement de la science aux seuls génies exceptionnels.

* * *

Une nouvelle question se pose maintenant. Jusqu'où peut nous mener la méthode de découverte que nous possédons dans la théorie physique ? Est-il possible d'avancer indéfiniment dans l'acquisition de vérités nouvelles ? Peut-on espérer, en particulier, pousser jusqu'à la vérification des hypothèses fondamentales elles-mêmes, de manière à conduire les théories jusqu'à la forme achevée que seule, pour le moment, possède l'acoustique ?

Une telle attitude mentale se justifierait aisément, semble-t-il. Il est entendu que la théorie n'est qu'une image de la réalité, mais une image qui se perfectionne sans cesse en accumulant inlassablement de nouveaux éléments de ressemblance avec le prototype. Pourquoi cette conformité sans cesse croissante n'irait-elle pas finalement jusqu'à n'être plus discernable de l'identité ? Pourquoi une solution toujours de plus en plus approchée n'aurait-elle pas la solution vraie pour limite ? L'acoustique a été une théorie hypothétique dans l'esprit des premiers physiciens qui recoururent aux vibrations

pour en débrouiller les lois ; elle devint une théorie certaine et objectivement vraie du jour où l'existence des vibrations sonores fut constatée expérimentalement par Galilée, Mersenne et Newton. Qui peut dire si d'autres hypothèses ne deviendront pas quelque jour susceptibles de vérifications inespérées ? Millikan n'a-t-il pas déjà exécuté des mesures à loisir sur un électron isolé ? L'étude du mouvement brownien par Perrin n'a-t-elle pas donné lieu aux plus remarquables confirmations numériques de la théorie atomique et de la théorie mécanique de la chaleur, au point que H. Poincaré et Ostwald n'ont pas craint d'avouer qu'ils étaient fort ébranlés dans leur scepticisme ? Il n'est au pouvoir de personne de dire où s'arrêtera le progrès des techniques expérimentales, et rien ne nous oblige à désespérer de jamais rencontrer un cas où la précision des connaissances acquises nous permettra d'énumérer toutes les hypothèses possibles et de les rejeter toutes, sauf une.

Mais Duhem n'en veut pas entendre parler. Pour lui, la vérité scientifique est une asymptote vers laquelle nos efforts tendent indéfiniment sans l'atteindre jamais. « Nous admettons, dit-il, dans la Notice de 1913 citée plus haut, que la théorie physique peut atteindre une certaine connaissance de la nature des choses ; mais cette connaissance purement analogique nous apparaît comme le terme du progrès de la théorie, comme la limite dont elle s'approche sans cesse sans l'atteindre jamais. » Et la raison, c'est que les hypothèses demeureront éternellement invérifiables. Et pas seulement les hypothèses fondamentales, celles qui portent sur les derniers éléments de la matière, mais toutes les hypothèses, parce qu'il n'est pas possible d'en isoler une pour l'examiner à fond, et qu'en réalité on a toujours affaire à un complexe d'hypothèses. — Il ne faut recevoir aucune hypothèse sans la vérifier, dit Poincaré. — Pardon, répond Duhem ; chaque hypothèse doit être

formellement reconnue comme telle, sans doute ; mais il est impossible d'en tenter la vérification. Tout ce qu'on peut essayer, c'est de comparer à l'ensemble des expériences l'ensemble des hypothèses, qui sont innombrables. La moindre expérience scientifique, en effet, met en œuvre une infinité d'hypothèses, parce qu'elle suppose la théorie de tous les instruments mécaniques, thermiques, optiques, électriques, dont on se sert ; sans compter les théories de continuité et de simplification qui permettent de formuler les lois ou de construire leurs courbes sans se laisser arrêter par les écarts que présentent les mesures individuelles, etc. L'*experimentum crucis*, capable de décider entre deux hypothèses, est donc radicalement impossible.

Il est permis de trouver ces objections à tout le moins exagérées. L'emploi des instruments ne présuppose nullement les grandes théories physiques, c'est-à-dire les vastes systèmes coordonnés de lois, qui nous occupent principalement ici, mais seulement les lois elles-mêmes; ou, si l'on veut, leurs degrés inférieurs de systématisation, c'est-à-dire les théories particulières. Pour me servir correctement d'une lunette de cathétomètre, je n'ai nul besoin de savoir si la lumière doit être considérée comme une émission, comme une vibration de l'éther ou comme une alternance rythmique de tensions électrostatiques et électrodynamiques : il me suffit de connaître les lois de la réfraction. Quand je voudrai faire une *expérience cruciale*, telle que la célèbre expérience de Foucault sur les vitesses de propagation de la lumière dans l'air et dans l'eau, les mesures que j'exécuterai n'impliqueront donc aucune des hypothèses fondamentales sur la nature de la lumière; et par conséquent, je pourrai, sans pétition de principe, les utiliser pour choisir entre l'hypothèse des ondulations et celle de l'émission. Quant aux autres hypothèses, celles qu'on pourrait appeler accessoires — hypothèses de continuité, etc. — elles sont, le plus sou-

vent, identiquement les mêmes dans les deux théories à comparer. Si la question est bien posée, elles n'auront d'ailleurs aucune influence sur le résultat, puisque c'est *la même expérience*, interprétée diversement dans l'une et l'autre hypothèse, qui doit décider entre elles.

Ce qui reste vrai, c'est que, en règle générale, nous ne pouvons comparer qu'un nombre limité d'hypothèses, parce qu'il nous est ordinairement impossible de les énumérer toutes ; et en ce sens il faut admettre avec Duhem, qu'il n'y a pas d'*experimentum crucis* capable de prouver définitivement la vérité d'une hypothèse. On peut choisir entre deux hypothèses ; on ne peut pas éliminer toute autre hypothèse imaginable.

* * *

Il semble donc bien difficile de suivre Duhem dans son opposition apparemment irréductible à l'idée que la théorie scientifique soit un instrument commode de découverte. Mais cette opposition est-elle, après tout, aussi radicale dans la doctrine qu'elle paraît l'être dans les mots ? L'intransigeance de la négation ne se serait-elle pas raidie un peu artificiellement dans l'ardeur de la polémique ? C'est une opinion qui peut se soutenir par de bonnes raisons.

Il est bien remarquable, en effet, que tout en se refusant à voir dans la théorie un moyen d'arriver à la vérité, Duhem ne sait pas davantage se résoudre à n'y voir qu'une simple liste de lois ou un procédé mnémotechnique, comme le paraissait exiger logiquement la position qu'il avait adoptée. Toujours il fait appel à une analogie mystérieuse, à une conformité supérieure entre nos conceptions et la réalité, en un mot à ce qu'il appelle une *classification naturelle*, que nous poursuivrions inlassablement dans tous nos efforts pour ramener nos concepts scientifiques à l'unité. Or, chose bien étrange chez un penseur si épris de rigueur logique, cette classification

naturelle à laquelle il attache une si haute importance, nulle part, à notre connaissance, il ne cherche à la définir : il semble même renoncer à la comprendre et se résigne à l'accepter, en quelque sorte, les yeux fermés. Nous croyons bien que là gît la cause de son désaccord apparent avec l'opinion communément reçue.

Mais il faut, ici, l'entendre lui-même : « Bien souvent, ce sont des causes tout accidentelles, des analogies toutes superficielles qui ont conduit les observateurs à rapprocher, dans leurs recherches, une loi d'une autre loi. Newton a fixé dans un même ouvrage les lois de la dispersion de la lumière qui traverse un prisme et les lois des teintes dont se pare une bulle de savon, simplement parce que des couleurs éclatantes signalent aux yeux ces deux sortes de phénomènes.

» La théorie, au contraire, en développant les ramifications nombreuses du raisonnement déductif qui relie les principes aux lois expérimentales, établit parmi celles-ci un ordre et une classification... Ainsi, parmi les lois qui régissent le spectre fourni par un prisme, elle range les lois auxquelles obéissent les couleurs de l'arc-en-ciel ; mais les lois selon lesquelles se succèdent les teintes des anneaux de Newton vont, en une autre région, rejoindre les lois des franges découvertes par Young et par Fresnel ; en une autre catégorie, les élégantes colorations analysées par Grimaldi sont considérées comme parentes des spectres de diffraction produits par Fraunhofer ». Aux yeux de Newton qui les scrute sans être arrivé encore à une théorie satisfaisante, aux yeux de l'observateur non initié dont ils caressent le regard, tous ces beaux chatoiements de lumière colorée se ressemblent ; la théorie survient qui péremptoirement y distingue des catégories parfaitement tranchées. Et pourtant, pas plus que le spectateur ignorant, elle n'a pénétré la vraie nature des phénomènes : de quel droit prétend-elle disjoindre ce que tout le monde unit ?

C'est que « plus elle se perfectionne, reprend Duhem, plus nous pressentons que l'ordre logique dans lequel elle range les lois expérimentales est le reflet d'un ordre ontologique ; plus nous soupçonnons que les rapports qu'elle établit entre les données de l'observation correspondent à des rapports entre les choses ; plus nous devinons qu'elle tend à être une classification naturelle ». Et ailleurs : « L'aisance avec laquelle chaque loi expérimentale trouve sa place dans la classification créée par le physicien, la clarté éblouissante qui se répand sur cet ensemble si parfaitement ordonné, nous persuadent d'une manière invincible qu'une telle classification n'est pas purement artificielle, qu'un tel ordre ne résulte pas d'un groupement purement arbitraire imposé aux lois par un organisateur ingénieux. Sans pouvoir rendre compte de notre conviction, mais aussi sans pouvoir nous en dégager, nous voyons dans l'exacte ordonnance de ce système la marque à laquelle se reconnaît une classification naturelle ; sans prétendre expliquer la réalité qui se cache sous les phénomènes dont nous groupons les lois, nous sentons que les groupements établis par notre théorie correspondent à des affinités réelles entre les choses mêmes ».

Nous avons tenu à laisser la parole à Duhem lui-même afin de ne pas courir le risque d'aggraver, du fait de notre interprétation, l'imprécision que nous semble garder le concept de la classification naturelle. Il nous faut maintenant l'examiner de plus près.

Constatons d'abord qu'il est emprunté aux sciences biologiques. La Botanique et la Zoologie sont dans la nécessité inéluctable de mettre de l'ordre dans la foule immense des êtres vivants dont elles s'occupent. Dans les premiers essais, on avait choisi arbitrairement un organe, on en avait comparé toutes les manières d'être dans la série animale ou végétale, et constitué des groupes dans chacun desquels l'organe envisagé avait les mêmes

caractères. C'est ainsi que le célèbre système de Linné répartissait tous les végétaux en vingt-quatre classes basées sur l'examen des étamines. Le procédé fournit une classification artificielle, déjà très utile pour aider le savant à se reconnaître dans ses richesses, mais qui a l'inconvénient de rassembler parfois dans une même catégorie des êtres très dissemblables à première vue et de rejeter dans des catégories distinctes des êtres qu'on s'étonne de ne pas voir rapprochés.

Les méthodes naturelles, au contraire, sont basées sur *toute l'organisation* des êtres vivants, c'est-à-dire sur l'ensemble de leurs caractères et non sur un caractère unique, de telle sorte que les espèces pourvues du plus grand nombre de traits communs soient les plus rapprochées. Ces méthodes sont bien plus satisfaisantes pour l'esprit. Il faut remarquer pourtant que la part de la convention est loin d'y être négligeable ; car il faut faire un choix parmi les caractères utilisés pour la classification et assigner à chacun son rang d'importance. Cet élément subjectif joue un grand rôle dans l'élaboration des méthodes de classification. De là vient qu'en Botanique il y a, non pas une, mais plusieurs classifications naturelles : celle de Jussieu, celle de Decandolle, celle de Brongniart...

Que veut donc dire Duhem quand il parle de notre invincible besoin de tendre vers une classification naturelle de ces êtres de raison qu'on appelle les lois physiques? Cette classification sera-t-elle, comme en Botanique, celle qui ne se basera pas seulement sur un caractère unique ou un petit nombre de caractères, c'est-à-dire de rapports qui les unissent, mais au contraire sur le plus grand nombre possible, de manière à ne pas trop contrarier les rapprochements que nous établissons spontanément ? Non, évidemment, car alors nous ne pardonnerions ni à la théorie des vibrations lumineuses de séparer les lois du prisme de celles des lames minces,

ni à la théorie des solutions de Van 't Hoff d'assimiler les corps dissous aux gaz parfaits, ni à la théorie électromagnétique d'identifier la lumière et les altérations périodiques d'un champ électrostatique et électromagnétique.

Ce n'est donc certes pas avec l'acception qu'elle avait reçue dans les sciences biologiques que la classification naturelle a pu être introduite dans la théorie physique. Il ne reste alors, en l'absence d'une définition explicite qui en fixe le sens nouveau, qu'à examiner si un des sens usuels est recevable, et à moins d'appeler naturelle la classification qui plaît le mieux à nos habitudes d'esprit, qui heurte le moins nos idées préconçues — ce qui serait de l'arbitraire pur — nous sommes bien obligés de dire que c'est celle qui nous paraît la plus conforme à la nature. Mais cette conformité à la nature, c'est la vérité objective. Donc la tendance innée vers une classification naturelle qui guide le disciple de Duhem, ne diffèrerait pas, au fond, du vague et indéracinable espoir qui anime d'autres savants, d'arriver malgré tout à la vérification des hypothèses. Ce que les uns et les autres se proposeraient, avec une conscience plus ou moins claire du but, ce serait d'édifier la théorie de telle manière que rien, dans l'état actuel de nos connaissances, ne s'oppose à ce qu'elle soit un jour reconnue comme objectivement conforme à la réalité.

On est conduit à la même conclusion si on considère la nature des rapports sur lesquels il s'agit de baser la classification naturelle. Dans les sciences biologiques sont seules en question des ressemblances de formes ou de fonctions ; tandis qu'en physique il s'agit de rapports de dépendance proprement dits, c'est-à-dire de rapports de cause à effet. Si donc nous transportons à ce second cas le sens de l'expression *classification naturelle* dans le premier, nous sommes tenus de dire que la classification naturelle à laquelle nous tendons est l'ordre qui repro-

duit le plus exactement possible l'ensemble des rapports de causalité qui existent dans les choses. Mais cet enchaînement des causes et des effets n'est possible que d'une seule manière, celle qui se trouve réalisée dans la nature. Si donc nous poursuivons dans les théories physiques une classification naturelle des lois, cette classification ne saurait être autre chose que leur enchaînement réel et notre but véritable n'est autre que la connaissance de cette vérité objective que Duhem ne se croit pas en droit de nous accorder.

* * *

En résumé donc, la théorie physique n'a pas pour bût immédiat de nous dévoiler la vraie constitution de la nature, objectif nébuleux dont on ne saurait dire d'avance s'il est accessible ou non, simple mirage au sentiment de quelques-uns. On ne lui demande que de formuler un schéma logique qui fasse dériver toutes les lois d'un petit nombre de principes, afin de nous permettre de nous en servir plus commodément et de nous indiquer des directions de recherche fructueuse. Donc, en adoptant une théorie, on ne se préoccupe pas de savoir si elle est vraie, ou plus vraie que d'autres ; on s'assure seulement si elle est commode et féconde.

Mais alors des esprits hardis et prompts à aller jusqu'au bout de leurs principes tirent aussitôt de cette constatation une conséquence extrême : si la théorie, disent-ils, ne doit pas être vraie, mais seulement commode et féconde, rien n'empêche d'adopter comme bases de théories voisines des hypothèses inconciliables, chaque fois que ce sera plus utile. On pourra même faire appel à des hypothèses contradictoires dans les diverses parties d'un même sujet. Et, en effet, plusieurs n'ont pas hésité à le faire, notamment chez les Anglo-Saxons. C'est ce qui rend la lecture d'un Maxwell si pénible pour le lecteur qui ne fait pas bon marché de la logique et de l'har-

monie. Dans sa théorie de l'électricité, le grand physicien anglais ne se gêne nullement pour appuyer ses développements mathématiques sur des postulats qui se contredisent d'un chapitre à l'autre. Comme le dit fort bien Duhem, qui s'en impatiente, il traite ses développements mathématiques comme de simples *modèles*, au même titre que les constructions mécaniques tant affectionnées par Lord Kelvin, O. Lodge, et d'autres savants de la même école.

Si choquante que paraisse au premier abord une pareille liberté, il faut reconnaître que la logique pure n'a rien à y objecter. Du moment que la commodité est plus grande, il est conforme à l'essence de la théorie physique de ne pas reculer devant l'emploi d'hypothèses inconciliables. « Deux théories contradictoires, dit Poincaré, peuvent, en effet, pourvu qu'on ne les mêle pas, et qu'on n'y cherche pas le fond des choses, être toutes deux d'utiles instruments de recherche. » Mais la logique pure n'est pas seule à avoir à dire son mot ici. Il convient, d'abord, de respecter le sentiment esthétique qui porte le savant à rechercher l'harmonie dans ses constructions logiques et à fuir l'incohérence. C'est un des mobiles les plus puissants de l'esprit de recherche scientifique.

Il faut s'abstenir avec le même soin de heurter de front ce désir tenace enraciné dans notre esprit d'arriver tôt ou tard à une classification naturelle, c'est-à-dire à un enchaînement de rapports qui soit une image aussi fidèle que possible des rapports réels qui peut-être nous resteront toujours cachés. Comme il n'y a pas de contradiction dans la nature, il est évident qu'un ensemble de théories qui s'appuient sur des principes inconciliables ne peut la représenter exactement. Tout au plus tolérons-nous qu'on recoure provisoirement, dans l'élaboration d'un chapitre nouveau de la science, à des hypothèses en désaccord avec celles qui servent de base à d'autres parties ; mais nous en souffrons secrètement, et

toujours nous y mettons intérieurement cette réserve plus ou moins consciente que ce n'est là qu'une phase tout à fait passagère de l'évolution, un échafaudage destiné à disparaître à l'achèvement de l'édifice.

* * *

Pour conclure, les théories scientifiques sont essentiellement des outils de recherche et des instruments de classification, et si certains esprits ne veulent pas désespérer d'arriver un jour, en cheminant de proche en proche par la voie des hypothèses, à la vérité objective, ils se rendent parfaitement compte qu'un tel résultat ne peut être escompté pour un avenir prochain.

Les théories succèdent donc aux théories, mais combien on se tromperait en se représentant le savant navré au milieu des ruines de ses systèmes qui s'écroulent les uns sur les autres comme des châteaux de cartes ! Ce savant, ne le nions pas, a existé, et même il se rencontrait fréquemment au siècle dernier. De nos jours, il est devenu plus rare. Pour être dans le vrai, il faut plutôt songer à l'artisan qui a devant lui, au-dessus de son établi, un casier dans lequel sont rangés une foule d'outils divers. Sur l'établi, ou entre les mains de l'artisan, le visiteur d'occasion verra un jour des burins, le lendemain des limes ou des forets. Dira-t-il alors que les burins ont fait faillite et que sur leurs débris s'élève le règne des limes ou celui des forets ?

Le physicien fait comme cet artisan. Ses théories sont des outils. Toutes ne sont pas aptes à toutes les besognes. Alors il les met temporairement de côté et les serre dans le casier pour les reprendre en temps opportun. En réalité, il en est bien peu qui ne soient en usage dans quelque coin de l'atelier de la science à un moment donné, même lorsque la vogue est passée à d'autres. Ainsi la théorie cinétique des gaz, dont les lacunes et les insuffisances sont reconnues depuis longtemps par ceux-là

mêmes qui lui restent fidèles, n'est point du tout périmée. On a renoncé à l'employer à certains travaux, mais elle rend encore de très bons services pour d'autres. Entre les mains des J.J. Thomson, des Rutherford, etc., elle fournit actuellement une carrière des plus brillantes dans l'étude des décharges électriques dans les gaz et de la radioactivité.

Et cela n'est pas pour nous surprendre, puisque l'électricité, de son côté, est considérée maintenant comme formée de particules discrètes, d'électrons. — Autre renouveau d'une théorie bien démodée, celle des fluides électriques, qui n'a jamais cessé d'ailleurs d'être employée dans l'enseignement. — Ce retour de faveur ne pouvait que déplaire à Duhem, qui s'en exprime ainsi (Notice, 1913) : « L'école néo-atomiste, dont les doctrines ont pour centre la notion d'électron, a repris avec une superbe confiance la méthode que nous nous refusons à suivre... Cette confiance, nous ne pouvons la partager ; nous ne pouvons, en ces hypothèses, reconnaître une vue divinatrice de ce qu'il y a au delà des choses sensibles ; nous les regardons seulement comme des modèles ». N'exagérons rien : Duhem récuse les hypothèses atomiques comme révélatrices de ce que l'expérience ne peut atteindre, non comme représentations symboliques ou modèles de ce qu'elle a conquis. Mais il nous a dit assez clairement ce qu'il pense des modèles pour que personne ne puisse se méprendre sur la tendance de passages tels que le précédent : ce n'est certes pas un encouragement à pratiquer les méthodes électroniques.

Ainsi, perpétuellement, les théories se suivent et se remplacent, sans qu'on puisse dire jamais ni celles qui sont définitivement condamnées ni celles qui pourront se flatter d'un règne durable.Elles sont choisies pour leur utilité présente, qui se mesure en somme à l'étendue croissante de leurs surfaces de contact avec la réalité. N'en rencontrera-t-on pas une un jour, qui s'adaptera si

étroitement à tout le contour de cette réalité connue qu'elle ne puisse plus s'en distinguer ? C'est malgré tout l'obscur espoir du théoricien, mais c'est le secret de l'avenir.

V. SCHAFFERS, S. J.

Principales publications de P. Duhem sur la théorie physique

A. ARTICLES RÉUNIS EN VOLUME

1. *Le mixte et la combinaison chimique* (Paris, C. Naud, 1902, et REVUE DE PHILOSOPHIE, tome I, 1900-1901).
2. *Les théories électriques de J. Clerk Maxwell* (Paris, Hermann, 1902, et ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. XXIV, 1900, t. XXV, 1901).
3. *L'évolution de la mécanique* (Paris, A. Joanin, 1903, et REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, t. XIV, 1903).
4. *Les origines de la statique* (2 vol. Paris, Hermann, 1905-1906, et REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 3e sér., t. IV, 1903; t. V, 1904 ; t. VI, 1904 ; t. VII, 1905 ; t. VIII, 1905 ; t. IX, 1906 ; t. X, 1906).
5. *La théorie physique, son objet, sa structure* (Paris, Chevalier et Rivière, 1906, et REVUE DE PHILOSOPHIE, 1904, vol. I et II ; 1905, vol. I).
6. ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. (Paris, Hermann, 1908, et ANNALES DE PHILOSOPHIE CHRÉTIENNE, 79e année, 1908).
7. *Le mouvement absolu et le mouvement relatif* (Montligeon, impr.-librairie de Montligeon, 1909, et REVUE DE PHILOSOPHIE, 1907, vol. II ; 1908, vol. I et II ; 1909, vol. I).

B. NOTES ET MÉMOIRES

a) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

8. *Quelques réflexions au sujet des théories physiques* (2e série, t. I).
9. *Notion atomique et hypothèses atomistiques* (ibid.).
10. *Une nouvelle théorie du monde inorganique* (2e série, t. II, 1893).

11. *Physique et métaphysique* (2e série, t. II, 1893).
12. *L'école anglaise et les théories physiques* (ibid.).
13. *Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale* (2e série, t. III, 1894).
14. *L'évolution des théories physiques* (2e série, t. V, 1896).
15. *La loi des phases* (2e série, t. VII, 1898).
16. *Josiah-Willard Gibbs* (3e série, t. XIII, 1907).

b) Revue des Deux Mondes

17. *Les théories de l'optique.* (t. CXXIII, 1894).
18. *Les théories de la chaleur.* (t. CXXIX, CXXX, CXXXI, 1895).

c) Revue Générale des Sciences pures et appliquées

19. *La valeur de la théorie physique* (15 janvier 1908).
20. *La mécanique expérimentale* (15 juin 1910).

d) Revue Scientifique

21. *Examen logique de la théorie physique* (51e année, 1913).

LES

Propriétés électriques des colloïdes

Les solutions colloïdales — plus brièvement les sols — sont des systèmes *microhétérogènes* formés par la dissémination au sein d'un milieu continu, appelé la *phase dispersante*, de granules ultra-microscopiques, solides ou liquides, dont l'ensemble est appelé la *phase dispersée*. De par les diamètres d'ailleurs très variables de leurs granules, ces pseudo-solutions établissent une *transition* entre les *solutions vraies*, à dispersion moléculaire ou ionique, et les systèmes visiblement hétérogènes, *émulsions* ou *suspensions*. Cette image théorique des systèmes colloïdaux est unanimement acceptée à l'heure actuelle. Elle se dégage en effet nettement des méthodes mêmes mises en œuvre dans la préparation des sols, mais surtout des propriétés optiques de ces derniers à toutes les échelles d'observation (1).

Dans les sciences naturelles une définition paraît

(1) C'est ce que nous avons développé dans un article précédent sur les « Colloïdes ». Revue des Quest. scient., juillet 1921 ; pp. 113-138. Les **Errata** suivants se sont glissés en cet article :

Page	135,	ligne	5,	lisez	η	au lieu de	N
»	»	»	7,	»	$6\pi r\eta$	»	$6\pi r n$
»	»	»	10,	»	$N = \dfrac{\theta RT}{3\Delta^2\pi r\eta}$		
»	»	»	19,	»	7×10^{23}	au lieu de	7×10^3
»	137	»	18,	»	le plus	»	de plus en plus.

suffisante du moment qu'elle fait éviter toute confusion entre l'objet défini et un autre. En ce sens la description précédente des colloïdes suffit à les définir. Cependant elle n'est pas complète : parmi les caractères fondamentaux des solutions colloïdales se place, immédiatement après l'existence même des granules et les particularités optiques qui en dérivent, le fait que *ces granules sont le plus souvent chargés électriquement.*

Nous étudierons en cet article :

1° L'état électrique des particules colloïdales ;

2° Quelques phénomènes dont l'explication paraît devoir se baser sur cet état.

I. L'ÉTAT ÉLECTRIQUE DES GRANULES

I. — *L'expérience de Coehn.*

Au point le plus bas d'un large tube en U à branches verticales débouche un tube plus mince, muni d'un robinet et recourbé vers le haut. A un niveau supérieur à celui des extrémités libres des branches du tube en U le tube mince s'évase en forme d'entonnoir. Le tube en U et le tube mince jusqu'au robinet sont primitivement remplis d'eau pure, tandis que, à partir du robinet, le tube mince ainsi que l'entonnoir renferment une solution colloïdale. Dans l'eau pure de la partie supérieure de chaque branche du tube en U plonge une électrode de platine. On ouvre le robinet : la solution colloïdale pénètre dans la partie inférieure du tube en U et s'élève dans les deux branches en déplaçant l'eau pure. Si on opère prudemment, le mélange n'a lieu que fort lentement (1) ; la surface de séparation entre la solution colloïdale et l'eau pure reste très nette dans chacune des deux branches. Après avoir refermé le robinet, on éta-

(1) La vitesse de diffusion des granules colloïdaux est en effet très faible à cause de leur masse relativement considérable. (Voir dans l'article précédent la théorie de la diffusion.)

blit une différence de potentiel assez considérable entre les deux électrodes. On observe dans *la plupart* des cas que d'après le sens du champ électrique ainsi créé, la surface de séparation colloïde-eau s'abaisse dans une des branches du tube et s'élève d'une hauteur correspondante dans l'autre branche.

Si on considère la solution colloïdale comme une simple suspension (très fine) des granules dans l'eau pure, l'expérience précédente ne peut s'interpréter que si on attribue aux granules la propriété de se déplacer sous l'action d'un champ électrique, c'est-à-dire d'être porteurs d'une *charge dont le signe est indiqué par le sens de la migration.*

II. — *Colloïdes positifs et négatifs.*

Dans l'appareil de Coehn, les solutions colloïdales se comportent d'une manière très variable :

A) Les hydrosols de la plupart des oxydes ou hydroxydes métalliques préparés en de certaines conditions, vont vers la cathode et semblent donc être formés de particules chargées positivement. On cite à ce propos les hydroxydes de fer, d'aluminium, de chrome, de cadmium, de zinc, de thorium, de cérium, d'étain et de zircon et, d'une manière moins certaine, ceux du plomb et du bismuth. Parmi les colloïdes positifs —en somme peu nombreux — se classent en outre quelques colorants basiques comme le bleu de méthylène, le violet de méthyle et le rouge de magdala.

B) La catégorie des colloïdes négatifs, c'est-à-dire de ceux dont les granules vont ordinairement vers l'anode, est incomparablement plus nombreuse. Elle comprend :

1° Tous les métaux préparés par les méthodes de dispersion électrique de Svedberg et de Bredig (or, argent, platine, palladium, iridium, etc...) (1);

2° La plupart des composés métalliques (à l'excep-

(1) Cfr. Article précédent, *loco citato*, p. 123.

tion des hydroxydes) et notamment les sulfures (tels que ceux d'arsenic, d'antimoine, de cuivre, de plomb et de cadmium), les sels halogénés (comme le chlorure ou l'iodure d'argent), les cyanures simples ou doubles (comme le bleu de Prusse);

3° Quelques oxydes ou hydroxydes de métalloïdes ou de métaux faibles, par exemple la silice hydratée, l'acide stannique, des oxydes de vanadium, de molybdène et de tungstène ;

4° Beaucoup de colloïdes organiques, parmi lesquels :

a) des colorants acides tels que la fuchsine, l'éosine, l'indigo, le bleu d'aniline ;

b) des hydrates de carbone comme l'amidon ;

c) certaines gommes.

On peut rattacher à cette classe les émulsions presque colloïdales de bon nombre de résines ou d'huiles essentielles (mastic, gomme-gutte, etc...).

c) Il importe cependant d'observer que le caractère positif ou négatif d'un colloïde *ne constitue pas une donnée absolue :*

1° Tout d'abord il existe des colloïdes — dont le type est l'albumine — que l'on ne peut ranger dans aucune des deux catégories précédentes.Leur signe en effet change lorsque des modifications en apparence insignifiantes sont apportées à la composition de la phase dispersante.

Hardy, Perrin, Pauli ont observé que l'albumine en milieu neutre ne présente aucune charge électrique, alors qu'en milieu faiblement basique ou acide elle porte une charge respectivement négative ou positive.

2° Même dans le cas des colloïdes que l'on considère d'habitude comme les représentants typiques de la catégorie positive ou négative, on a pu observer des changements de signe :

a) En ajoutant des quantités croissantes de différents électrolytes, par exemple, $H_2(So_4)_4$ (Burton) ou HNO_3 (Withney et Blake) à une solution colloïdale d'argent métallique, on diminue d'abord la vitesse de la

migration normalement anodique. A partir d'une certaine concentration de l'électrolyte ajouté, on observe que les granules cheminent désormais vers la cathode avec des vitesses croissantes.

b) Ainsi que Powis l'a observé en 1915, on peut obtenir un sol négatif de $Fe(OH)_3$ en versant lentement une solution diluée de $FeCl_3$ dans une solution très étendue de KOH constamment agitée et en léger excès. Le sol de $Fe(OH)_3$ positif, plus anciennement connu, est obtenu par simple hydrolyse en milieu neutre d'une solution de $FeCl_3$.

III. — *Cataphorèse et électroosmose.*

Le phénomène qui vient d'être décrit, consistant en un transport de granules colloïdaux sous l'action d'un champ électrique, constitue un cas particulier de la cataphorèse. On entend par là le même phénomène observé en général pour des particules quelconques, c'est-à-dire des particules dont les dimensions quoique petites ne sont pas nécessairement colloïdales. La migration des granules d'un colloïde est ainsi un phénomène intermédiaire entre la migration des ions dans les solutions vraies d'électrolytes et la cataphorèse des gouttelettes d'une émulsion ou des particules d'une suspension.

Ainsi que Perrin surtout l'a montré, il existe une très grande analogie entre la cataphorèse et un autre phénomène que l'on peut considérer comme sa réciproque et qu'on appelle l'électroosmose. Dès 1808, celle-ci avait été observée par Reuss « qui, écrit Perrin (1), ayant plongé deux électrodes dans l'eau contenue en deux tubes plantés dans un même bloc d'argile humide, vit l'eau s'abaisser dans l'un de ces tubes et monter dans l'autre, en même temps que de légères particules d'argile, se déplaçant en sens inverse, donnaient une apparence laiteuse au liquide du tube où l'eau s'abaissait ».

(1) Journ. de Chim. Phys., 1904, p. 602.

Dans la cataphorèse, le champ électrique conditionne un déplacement des particules mobiles par rapport au liquide ; dans l'électroosmose, c'est la phase liquide qui se déplace relativement aux parti ules solides ; celles-ci étant immobilisées par leur rapprochement, soit dans le bloc d'argile, soit en général dans tout diaphragme poreux.

Ajoutons que les phénomènes inverses de l'électroosmose ont été réalisés : en faisant traverser un diaphragme poreux par un liquide sous pression, on a obtenu de part et d'autre de la membrane une différence de potentiel.

IV. — *Mesure de la vitesse des transports de matière.*

La mesure de la vitesse des transports de matière qui caractérisent les deux groupes de phénomènes électrocinétiques distingués dans ce qui précède, a été effectuée par des méthodes en général assez simples :

Ainsi l'expérience de Coehn est aisément rendue quantitative, si les deux branches du tube en U sont graduées, ou bien si le niveau de la surface de séparation entre le colloïde et l'eau dans chaque branche est observé à l'aide d'un cathétomètre.

De même en fixant un bouchon poreux entre deux électrodes dans un tube en U rempli d'eau pure, Perrin a mesuré le débit du courant électrocinétique qui s'établit dans un champ électrique donné.

Des résultats fort dignes de confiance ont été enfin obtenus par Cotton et Mouton. A l'aide de leur dispositif ultramicroscopique, ils déterminèrent directement la vitesse de migration des granules.

Ces différentes méthodes ont conduit à une conclusion importante : Les granules, ou, si l'on préfère, les très grosses molécules (1), d'une substance à l'état de dis-

(1) Voir à l'article précédent la théorie du mouvement brownien, *loco citato*, p. 130.

persion colloïdale se meuvent dans un champ électrique uniforme dont le gradient (ou, ce qui revient au même, l'intensité) est égal à l'unité, avec une vitesse du même ordre de grandeur que la mobilité des ions dans les solutions d'électrolytes. La mobilité de l'ion $Ag^{\cdot}$, par exemple, est de $\frac{54}{96540} = 5{,}6 \times 10^{-4}$ cm par seconde à la température de 18°. La vitesse des granules de l'hydrosol d'argent métallique dans un champ égal à l'unité, a été déterminée par plusieurs expérimentateurs. Ils ont trouvé :

Svedberg	$2{,}0 \times 10^{-4}$ cm.
Burton	$2{,}2 \times 10^{-4}$ cm.
Cotton et Mouton	$3{,}2$ à $3{,}8 \times 10^{-4}$ cm.

V. — La connaissance des vitesses de migration des granules d'un système colloïdal permet d'évaluer approximativement la *différence de potentiel* qui existe *entre la phase dispersée et la phase dispersante.*

Considérons au sein d'un liquide placé dans un champ électrique deux points A et B qui sont séparés par une distance L et entre lesquels règne une différence de potentiel E. Supposons que les parties du liquide qui entourent A et B ne communiquent entre elles que par l'intermédiaire d'un tube capillaire. Si le diamètre de ce dernier est assez petit, on observera — ainsi que Quincke a effectivement réussi à le faire — un déplacement du liquide : une différence de niveau tend à s'établir entre les deux réservoirs que relie le tube. Si on empêche toute dénivellation, par exemple en laissant d'un côté s'écouler par un trop-plein un volume équivalent à celui qui afflue par le capillaire, ce dernier est traversé par un courant liquide continu et à débit constant. C'est en partant de cette image simplifiée du phénomène de l'électroosmose qu'a été édifiée la théorie ébauchée par Helm-

holtz, et revêtue d'une forme plus rigoureuse par Lamb (1).

Malgré l'incertitude des hypothèses nombreuses sur lesquelles elle repose, elle est généralement adoptée à défaut d'une meilleure.

(1) En voici un exposé élémentaire.

Rappelons d'abord quelques définitions et propositions classiques :

Rapportons les mouvements des points d'un fluide à un système de 3 axes rectangulaires OX, OY et OZ, et considérons un régime stationnaire défini comme suit :

1° En chaque point du fluide les composantes de la vitesse suivant OY et OZ sont nulles.

2° En chaque point du fluide la composante de la vitesse suivant OX est proportionnelle à la distance z de ce point au plan XOY.

Tous les points du fluide situés dans le plan XOY sont ainsi au repos. Tous ceux qui appartiennent à un plan parallèle au plan XOY et distant de ce dernier d'une longueur z, auront suivant OX une même vitesse $v = kz$. Le facteur de proportionnalité k est, par définition, le gradient de la vitesse dans le fluide considéré.

L'écoulement d'un liquide en régime stationnaire admet un gradient de vitesse k par rapport à un système de coordonnées OX, OY, OZ, lorsque chaque unité de surface prise autour d'un point quelconque en un certain plan parallèle à XOY, est sollicitée, suivant OX, par une même force constante F, tandis que tous les points appartenant au plan XOY sont maintenus au repos.

Le rapport $\frac{F}{k}$ ordinairement désigné par la lettre η est, par définition, le coefficient de viscosité du liquide. Nous avons donc l'égalité :

$$F = k\eta = \eta \frac{v}{z} \qquad (1)$$

Revenons maintenant à la considération de la veine cylindrique enfermée dans un tube.

Si cette veine progresse d'une manière continue, comme dans l'expérience de Quincke, c'est, admet-on, qu'il existe une différence de potentiel constante, ϵ, entre la paroi du tube et le liquide. Mais puisque la paroi du tube et le liquide sont en contact et que néanmoins la différence de potentiel se maintient, on est conduit à attribuer des propriétés isolantes à une couche superficielle très mince de la veine liquide. Soit z l'épaisseur de cette couche isolante dont la constante diélectrique K sera supposée égale à celle du liquide étudié. Le tube solide, la couche diélectrique superficielle de la

Les valeurs de ϵ auxquelles elle conduit, à partir des vitesses de migration v, mesurées dans l'appareil de Coehn ou à l'ultramicroscope, sont le plus souvent comprises entre 0,02 et 0,06 volt.

veine liquide et les parties centrales de cette veine forment un condensateur électrostatique dont la capacité par unité de surface de la paroi est sensiblement égale à $\frac{K}{4\pi z}$ (*). Or la quantité d'électricité qui dans un condensateur est accumulée sur l'unité de surface est égale à la capacité multipliée par la différence de potentiel entre les deux armatures. En désignant par q la charge que porte chaque cm² d'une surface cylindrique concentrique au tube et distante de la paroi de ce dernier d'une longueur z, nous pouvons donc écrire en vertu de ce qui précède :

$$q = \frac{K}{4\pi z} \times \epsilon \qquad (2)$$

Désignons par H le gradient $\frac{E}{L}$ de la différence de potentiel établie entre les points A et B aux extrémités du canal. Pour un champ électrique uniforme, le gradient — comme on sait — est égal à l'intensité du champ électrique. Il représente par conséquent la force qui agit sur l'unité de charge électrique en un point quelconque du champ. Cela étant, la force F qui sollicite l'unité de surface portant la charge q sera exprimée par le produit :

$$F = q \times H$$

c'est-à-dire, en vertu de (2), par

$$F = \frac{K}{4\pi z} \times \epsilon \times H \qquad (3)$$

Si on suppose que les molécules liquides qui sont immédiatement en contact avec la paroi solide sont fixées par celle-ci, on peut les considérer comme appartenant à un plan XOY (**), et par conséquent appliquer l'égalité (1). En comparant (1) avec (3) on obtient finalement l'équation fondamentale :

$$\eta \frac{v}{z} = \frac{\epsilon KH}{4\pi z}$$

(*) Voir les traités élémentaires de physique.

(**) En supposant z très petit par rapport au rayon de courbure du tube.

VI. — *La charge électrique* Q *d'un granule colloïdal.*

On peut se faire une idée de l'ordre de grandeur de cette charge en appliquant la loi de Stokes. Celle-ci, ainsi que les expériences directes de Perrin l'ont démontré, se vérifie assez bien pour l'action de la pesanteur sur les gouttelettes d'une émulsion. On peut donc présumer qu'elle n'est pas entièrement en défaut lorsqu'il s'agit de la migration d'un granule colloïdal sous l'action d'un champ électrique.

La loi de Stokes nous apprend que lorsqu'une sphérule de rayon r, placée dans un fluide de viscosité η (1), est sollicitée par une force F constante en grandeur et en direction, elle se meut dans la direction de cette force avec une vitesse constante.

Or, dans un champ électrique d'intensité H, un granule porteur d'une charge Q est entraîné par une force égale au produit HQ. Nous connaissons d'ailleurs la vitesse de certains granules colloïdaux pour un gradient

c'est-à-dire

$$v = \frac{\epsilon K H}{4 \pi \eta} \qquad (4)$$

ou encore

$$\epsilon = \frac{4 v \pi \eta}{K H} \qquad (4^{bis}).$$

Dans l'équation (4), v représente la vitesse d'écoulement du liquide à travers le capillaire, car les molécules distantes de la paroi d'une longueur supérieure à z finissent par prendre la vitesse v des molécules situées à la distance z.

Cela étant, si on se représente un système colloïdal comme un ensemble de petites veines liquides traversant le réseau capillaire formé par les granules dispersés, on peut admettre — puisque ces granules sont libres — qu'ils se déplaceront par rapport au liquide avec une vitesse égale à celle que le liquide aurait par rapport à eux s'ils étaient fixes. L'équation (4bis) semble donc pouvoir s'appliquer non seulement à l'électroosmose mais aussi à la cataphorèse. Elle permet de calculer la différence de potentiel ϵ entre les deux phases d'un système colloïdal si on connaît la vitesse de migration v des granules, la constante diélectrique K du milieu de dispersion, ainsi que la viscosité η de ce dernier.

(1) Voir la définition de ce coefficient dans la note précédente.

de potentiel H égal à 1 volt ou 300 unités électrostatiques par cm. C'est ce qu'on appelle leur mobilité. Le calcul nous permet donc de trouver la grandeur de la charge Q. Pour les particules d'argent colloïdal dans l'eau il mène à la valeur $Q = 490 \times 10^{-10}$ U.E.S. (1).

La charge élémentaire d'un électron ou d'un ion monovalent est égale à $4{,}77 \times 10^{-10}$ U.E.S., ainsi qu'il résulte notamment des expériences très précises de Millikan. Nous voyons par là que le granule d'argent colloïdal porte une quantité d'électricité plus de cent fois supérieure à la charge de l'ion $Ag^{\cdot}$.

VII. — Le problème de l'*origine de la charge électrique* des granules colloïdaux n'est point encore résolu à l'heure actuelle. Plusieurs théories sont en présence :

A) D'après Coehn, l'électrisation des particules d'un système dispersé se rattache à un phénomène tout à fait général : toutes les fois que deux phases sont en contact, il s'établirait entre elles une différence de potentiel, le plus souvent très faible. Ce serait toujours la phase dont la constante diélectrique, K, est le plus élevée qui se chargerait positivement par rapport à l'autre. Ainsi l'étude de l'électrisation de l'eau (K = 80) dans un capillaire en verre (K = 5) a démontré que l'eau se déplace vers le pôle négatif. L'huile de térébenthine

(1) La loi de Stokes s'exprime par l'équation :

$$v = \frac{F}{6\pi r\eta} \text{ ; ici } F = H\,Q, \text{ donc } Q = \frac{6\pi r\eta v}{H}.$$

Le rayon r des particules d'argent colloïdal est approximativement : $r = 0.25 \times 10^{-4}$ cm.

Leur mobilité est, comme nous l'avons vu, voisine de 2×10^{-4} cm/sec. La viscosité de l'eau à la température ordinaire est environ de 0,0175.

Nous avons ainsi :

$$Q = \frac{6 \times 3{,}14 \times (0{,}25 \times 10^{-4}) \times (2 \times 10^{-4}) \times 0{,}0175}{300}$$

$$= 490 \times 10^{-10} \text{ U.E.S.}$$

(K = 2.5) dans les mêmes conditions circule au contraire vers l'anode.

Cette remarque rend compte du fait déjà signalé que la plupart des hydrosols présentent des granules chargés négativement ; puisque de tous les corps c'est l'eau qui possède la constante diélectrique la plus élevée.

Évidemment la « théorie » de Coehn est purement qualitative. Elle n'apporte d'ailleurs aucune explication de l'origine des différences de potentiel qu'elle prévoit. Aussi est-elle compatible avec certaines interprétations qui permettent de comprendre dans tel ou tel cas particulier l'électrisation par contact. Un exemple d'une telle interprétation est la théorie de Thomson, relative à la force électromotrice produite au contact de deux métaux par suite d'un échange d'électrons. Un autre exemple est la célèbre théorie des piles de Nernst, d'après laquelle une différence de potentiel naîtrait entre un métal et une solution par émission ou précipitation des ions de ce métal. En ce qui concerne plus spécialement les colloïdes, la règle empirique de Coehn — même supposée exacte — laisse donc le problème entier.

B) Parmi les théories réellement explicatives qu'on a imaginées en très grand nombre, une des plus obvies a été défendue par Billitzer. Elle consiste à attribuer la charge des granules à la simple dissociation électrolytique d'une ou de plusieurs des molécules qui les composent. Les granules pourraient en d'autres termes être envisagés comme de très gros ions complexes, c'est-à-dire comme des agglomérations d'un certain nombre de molécules non dissociées autour d'un ion. Comme d'après Nernst et Thomson le pouvoir ionisant d'un dissolvant dépend de sa constante diélectrique, nous serions ramenés — d'une manière un peu différente, il est vrai — à l'influence de la constante diélectrique sur le potentiel des phases en contact.

La manière de voir qui vient d'être esquissée est assu-

rément fort plausible lorsqu'il s'agit de certaines molécules organiques très lourdes comme celles des colorants. On pourrait même admettre que le cation des colorants basiques et l'anion des colorants acides sont assez volumineux pour jouer, indépendamment de toute association avec des molécules neutres, le rôle de granules colloïdaux.

Cependant, si on essaie de généraliser, on s'enlace aussitôt en des difficultés inextricables :

Tout d'abord, comment expliquer par une hypothèse de ce genre, la charge des granules d'un colloïde métallique (1) ?

Une autre objection réside dans ce fait que la charge d'un ion est souvent très inférieure à celle d'un granule colloïdal (voir plus haut). Il faudrait admettre dans ces cas que le granule soit formé par une ou plusieurs molécules neutres unies aux ions d'un grand nombre de molécules dissociées. Cela se peut en effet, mais alors on est naturellement conduit à des conceptions plus générales et notamment aux suivantes.

c) Certaines théories attribuent la charge des granules à la fixation (par dissolution ou adsorption) d'ions présents dans la phase dispersante. Dans le cas particulier où les ions adsorbés proviennent de la dissociation de molécules de même espèce que celles dont sont formés les granules, on retombe dans la théorie précédente.

Cette explication de l'électrisation colloïdale par adsorption d'ions est celle qui réunit le plus de suffrages. Nous n'en discuterons pas les variantes et nous nous

(1) On a fait observer, il est vrai, que la méthode de dispersion électrique de Svedberg et Bredig met en œuvre des températures localement très élevées. Il pourrait donc bien se produire une oxydation des métaux finement divisés, soit par l'oxygène atmosphérique, soit, en l'absence de ce dernier, par l'oxygène résultant de la dissociation thermique de l'eau. En s'hydratant, les oxydes formés donneraient des hydroxydes capables de se dissocier et dont les ions hydroxyle formeraient des complexes avec les atomes métalliques.

contenterons de signaler un argument qui milite fort en sa faveur.

Nous avons vu que le signe électrique des pseudo-solutions d'albumine est déterminé par l'acidité ou la basicité du milieu. Il semble dès lors fort naturel de supposer que la charge positive provient de la fixation d'ions hydrogène et la charge négative de la fixation d'ions hydroxyle.

Ainsi que nous le verrons immédiatement, ce mécanisme de l'électrisation rend très bien compte de la plupart des particularités constatées dans la floculation des colloïdes et dans les phénomènes connexes.

II. PHÉNOMÈNES RÉGIS PAR L'ÉTAT ÉLECTRIQUE D'UN SYSTÈME COLLOÏDAL

I. — *La floculation des sols par addition d'électrolytes.*

A) Description macroscopique.

1° Si à certaines solutions colloïdales on ajoute des quantités minimes d'un électrolyte, on observe des phénomènes assez différents d'un cas à l'autre, mais présentant toutefois ce caractère commun d'aboutir à la séparation d'un précipité.

Souvent la pseudo-solution reste tout d'abord limpide mais change de coloration. Ensuite elle se trouble de plus en plus. Enfin on voit apparaître des flocons de plus en plus gros qui se déposent avec des vitesses variables.

Parmi les colloïdes facilement précipitables sous l'action des électrolytes se classent en première ligne les métaux et les composés métalliques (sulfures, hydroxydes, etc...).

Le plus souvent, leur floculation ne se produit que sous l'influence d'acides, de bases ou de sels. Elle ne s'observe pas quand on ajoute à ces sols des quantités même considérables d'un non-électrolyte, tel que le sucre. Elle

n'est pas davantage provoquée par l'action de la chaleur.

2° Il existe d'autre part de nombreux colloïdes qui ne sont pas facilement floculés par les électrolytes ou tout au moins dont la floculation par différents électrolytes se fait d'une manière trop irrégulière pour se prêter à une description d'ensemble. Dans cette classe rentrent notamment les sols d'albumine, de gélatine et d'amidon.

Quelques-uns de ces colloïdes peuvent sous l'action de causes diverses, et principalement sous l'action de la chaleur, subir une coagulation en apparence assez analogue à une floculation par les électrolytes, mais sans doute d'un mécanisme fort différent. Ces sortes de précipitations obéissent à des lois trop compliquées et trop peu connues pour que nous puissions songer à les résumer.

Nous nous bornerons dans ce qui suit à l'étude de la première catégorie.

B) L'étude microscopique et ultramicroscopique de la floculation par les électrolytes a été récemment entreprise par Zsigmondy, Westgren et Reistötter. Ces auteurs opérèrent sur des sols d'or métallique. Ils comptèrent après des intervalles de temps croissant à partir de l'introduction de l'électrolyte, soit le nombre total des particules encore présentes dans l'unité de volume, soit le nombre des particules qui présentaient encore le diamètre initial. Ces deux nombres diminuaient suivant une loi bien déterminée (voir plus loin). Dès lors la floculation peut se définir en langage plus précis comme une association progressive des granules primaires en granules secondaires, tertiaires,... d'ordre n, poursuivie jusqu'au moment où l'on a affaire à des flocons visibles qui se déposent. On aurait tort d'ailleurs de se figurer cette réunion des particules colloïdales comme très intime. Même dans le cas d'une fine émulsion d'huile il ne se forme pas des gouttelettes de plus en plus grosses,

mais bien — ainsi que Powis l'a reconnu — des agglomérats floconneux de gouttelettes demeurant distinctes.

La tension superficielle ne semble donc pas jouer dans l'acte de la floculation le rôle prépondérant qu'on lui a parfois attribué. Les théories actuelles ne se prononcent pas sur la nature des forces qui tendent à réunir les particules primaires ; elles se contentent d'en étudier les effets et d'en préciser le rayon d'action.

c) La floculation au point de vue électrique :

1° Un fait des plus significatifs a été découvert par Hardy : l'addition des quantités croissantes de l'électrolyte qui doit finalement provoquer la floculation détermine d'abord une diminution progressive de la mobilité, c'est-à-dire de la charge des granules. La floculation ne commence qu'au point *isoélectrique*, c'est-à-dire lorsque la quantité d'électrolyte ajoutée est suffisante pour décharger complètement les granules.

Comme la neutralisation des charges est instantanée et se produit aussitôt qu'on ajoute l'électrolyte, alors que la floculation subséquente survient avec une lenteur relative, il a été possible à plusieurs expérimentateurs de dépasser le point isoélectrique avant que la floculation ait pu se produire d'une manière appréciable. Ce n'est que grâce à cette circonstance qu'ont été possibles des observations du genre de celles que nous avons signalées à propos du changement de signe d'une phase dispersée.

Il faut remarquer que la loi de Hardy n'est pas tout à fait rigoureuse : de part et d'autre du point isoélectrique, par exemple entre les potentiels des granules, 0,03 et —0,03 volt, s'étend une zone où, selon les observations de Galecki et de Powis, la floculation a lieu.

2° Le fait que de toute manière le point isoélectrique représente un optimum de floculation, suggère pour l'explication de ce phénomène un schéma assez simple.

Les granules d'un colloïde se repoussent énergiquement tant qu'ils sont chargés et ne peuvent jamais se

rejoindre. Lorsque leur charge devient suffisamment petite ou même nulle, des forces de nature encore inconnue et d'un rayon d'action limité réunissent définitivement deux granules dès que leur distance se trouve être inférieure à deux fois ce rayon d'action. Ceci se produit au hasard du mouvement brownien des granules, c'est-à-dire avec une fréquence accessible aux méthodes de calcul des théories cinétiques. C'est par l'application de ces méthodes que Smoluchowski établit en 1916-1917 une théorie très satisfaisante de la floculation. Cette théorie conduit à des expressions — en fonction du temps — du nombre total des granules et du nombre des granules primaires, secondaires, etc. Ces équations se sont trouvées remarquablement vérifiées par les dénombrements déjà mentionnés, effectués en 1918, par Zsigmondy, Westgren et Reistötter.

La théorie de Smoluchowski — comme on a pu s'en apercevoir par ce qui précède — n'est applicable dans sa simplicité qu'à des granules dont les potentiels sont compris entre deux valeurs critiques assez rapprochées de zéro. Dans ces conditions, la coagulation est plutôt rapide. Les quantités d'électrolyte requises pour amener les granules à un potentiel favorable à la coagulation rapide sont comprises entre deux limites. Lorsque la quantité d'électrolyte ajoutée reste en dessous de la limite inférieure de coagulation rapide et s'en écarte de plus en plus, la floculation continue tout d'abord à se produire mais de plus en plus lentement. Elle suit alors une loi que l'on obtient en introduisant un coefficient compris entre 1 et 0 dans les expressions déduites par Smoluchowski. Mais sitôt que la quantité d'électrolyte ajoutée tombe en dessous d'une certaine valeur liminaire, en général assez proche de la limite inférieure de floculation rapide, toute floculation — même lente — cesse de se produire (Bodländer).

Une autre condition d'applicabilité des équations de Smoluchowski, c'est que la quantité suffisante de l'élec-

trolyte soit ajoutée en une seule fois à la solution colloïdale convenablement agitée. En effet, on a observé que lorsque l'électrolyte est ajouté fort lentement à la solution colloïdale, une quantité beaucoup plus considérable est requise pour compléter la précipitation. Cette sorte d'accoutumance a fait l'objet d'études quantitatives de la part de Freundlich, dans le cas du sulfure d'arsenic. Elle n'est point en contradiction avec la théorie de Smoluchowski qui suppose des granules dont le potentiel soit suffisamment abaissé. L'abaissement nécessaire peut être obtenu par l'introduction rapide d'une certaine quantité de l'électrolyte. Ajoutée très lentement, cette même quantité d'électrolyte peut ne pas déterminer la même diminution de potentiel.

D) La floculation au point de vue chimique :

Grâce à ces récents progrès, le problème soulevé par la floculation des colloïdes se trouve en partie résolu. Tout au moins on peut le poser sous cette forme plus précise : Comment l'addition d'un électrolyte diminue-t-elle la charge électrique des granules ? La réponse à cette question devra trouver sa place préparée d'avance dans toute bonne théorie de l'origine des charges particulaires. Sous ce rapport la théorie qui voit l'origine des charges dans l'adsorption de certains ions donne satisfaction entière. Car rien n'est plus logique que de supposer ensuite dans la floculation une modification nouvelle des charges par adsorption d'autres ions.

Cette hypothèse est rendue plus vraisemblable encore par les caractères de l'aspect en quelque sorte chimique de la floculation :

1° Tout d'abord, c'est l'ion de signe opposé au signe électrique des granules qui exerce une influence prédominante sur la floculation. Il a été possible de reconnaître ce fait grâce à une règle empirique établie par les travaux de Linder, Picton, Prost, Hardy, Schulze et Freundlich. Cette règle dite « des valences » peut s'énoncer comme suit :

Si on admet que c'est l'ion du signe opposé au signe des granules qui provoque la neutralisation et est seul responsable de la floculation, on constate pour les colloïdes tant positifs que négatifs, que les ions trivalents sont sous ce rapport incomparablement plus actifs que les ions bivalents et ceux-ci bien plus que les ions monovalents. Cette règle fort connue n'est pas toujours vérifiée. Il faut en effet tenir compte de l'influence stabilisatrice exercée par l'ion de même signe que les granules.

2° L'activité d'un ion comme agent de floculation dépend non seulement de sa valence, mais aussi de son adsorbabilité. Perrin a insisté sur la probabilité de ce que les ions $H^{\cdot}$ et $OH^{\cdot}$ plus mobiles, c'est-à-dire plus petits que tous les autres, sont pour cette raison plus adsorbables. Aussi leur pouvoir précipitant est-il de l'ordre de grandeur de celui des ions bivalents.

3° Enfin le précipité amorphe qui marque le terme d'une floculation montre souvent à l'analyse un certain pourcentage de molécules dont l'une des moitiés est l'ion qui avait produit la floculation. Des lavages, même fort prolongés, ne parviennent pas à diminuer ce pourcentage, en sorte que quelques auteurs ont conclu que le précipité était un composé et la floculation une simple réaction chimique.

Après tout, si on fait abstraction des rapports stœchiométriques constants qui distinguent les combinaisons véritables, celles-ci ne sont pas si essentiellement différentes des composés adsorptionnels pour que le rapprochement des deux soit interdit. Il ne faudrait cependant pas d'autre part les identifier, car l'acide nitrique attaque et dissout par son action chimique proprement dite l'argent métallique, alors qu'il précipite l'argent d'une solution colloïdale.

II. — *La peptisation ou dispersion des électrolytes.*

Contentons-nous d'en signaler quelques exemples :

L'oxyde de thorium ThO_2, préparé par la calcination de l'oxalate, est un produit pulvérulent insoluble dans

l'eau et dans les acides. Il ne présente comme tel aucune analogie avec le produit de la floculation d'un sol. Cependant, si on l'imbibe d'un peu d'acide chlorhydrique dont on élimine ensuite l'excès par évaporation dans une capsule, il présente ensuite la propriété de se disperser en formant un sol.

De même la silice hydratée et l'acide stannique se dispersent et passent à l'état colloïdal sous l'influence de très faibles concentrations d'un hydroxyde alcalin.

De même encore l'hydroxyde de fer peut être peptisé par des quantités d'acide chlorhydrique bien inférieures à celles qui sont requises pour sa dissolution chimique.

Une solution d'acide arsénieux traitée par H_2S donne un hydrosol d'As_2S_3. Si l'excès d'H_2S est ensuite éliminé aussi complètement que possible par dialyse, le sulfure colloïdal subit une floculation. Si enfin le précipité ainsi obtenu est de nouveau traité par H_2S, il repasse en pseudo-solution, il est peptisé.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse de corps solides bien caractérisés, comme ThO_2, ou bien du produit d'une floculation, comme As_2S_3, on admet que le rôle de l'électrolyte ajouté est de charger les particules par absorption de l'un de ses ions. Grâce à cette charge, les particules se repoussent, c'est-à-dire, se dispersent. Ainsi comprise, la peptisation est le phénomène inverse de la floculation. Son mécanisme doit cependant être assez différent d'un cas à l'autre.

III. — *Floculation réciproque des hydrosols.*

Ce phénomène est fort bien illustré par l'expérience classique de Biltz. A une solution colloïdale d'or d'un volume de 10 cm^3 et d'une teneur de 1,4 mg de métal, étaient ajoutés 5 cm^3 d'un sol d'hydroxyde de fer de richesse variable. Le mélange présentait un aspect différent d'après la quantité de $Fe(OH)_3$ introduite :

Pour 0.32 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange restait limpide ; pour 0.80 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange présentait des flocons très fins se déposant lentement ; pour 1.6 mg.

de $Fe(OH)_3$, le mélange était rouge et présentait des flocons ; pour 2.5 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange renfermait de gros flocons ; pour 3.2 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange était complètement floculé ; pour 4.9 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange contenait des flocons moins nombreux et plus fins ; pour 8.0 mg. de $Fe(OH)_3$, le mélange restait limpide.

Il existe donc un optimum de floculation réciproque réalisé pour une proportion bien définie des deux colloïdes.

Comme ceux-ci dans les cas observés sont de signes contraires, on peut supposer que l'optimum de floculation correspond à un état isoélectrique produit par l'adsorption réciproque des deux espèces de granules. Cette adsorption réciproque joue d'ailleurs également le rôle principal dans un autre phénomène que nous citons en terminant :

IV. — *Effet de protection.*

A 9 cm^3 d'un sol d'or métallique préparé suivant la méthode de Zsigmondy par réduction d'un sol aurique au moyen de formaldéhyde, le même auteur ajoute 1 cm^3 d'une solution normale de NaCl. En quelques secondes la coloration du mélange primitivement rouge vire au bleu-violet, ce qui est l'indice d'un début de floculation. Ce virement de teinte est très net et il est plus facile de l'observer que le point de floculation complète.

Or, si avant l'addition de NaCl on ajoute au sol d'Au une quantité d'ailleurs minime de solutions colloïdales de gélatine, d'albumine, de gomme arabique, de dextrine, etc..., on constate que le virement de teinte ne se produit que si on introduit ensuite des quantités beaucoup plus considérables de NaCl. Les granules métalliques semblent donc ici immunisés dans une certaine mesure contre la floculation par la présence d'autres colloïdes.

W. Mund,
Chargé de cours à l'Université de Louvain.

L'Homme de Broken Hill

(Rhodésie)

Le 22 novembre dernier, le Dr Arthur Smith Woodward, l'éminent conservateur du musée de South Kensington et déjà connu par ses découvertes dans les graviers de Piltdown, présentait à la *Zoological Society* de Londres un crâne humain, morphologiquement très étrange, et trouvé dans les profondeurs du sol à Broken Hill, au N.-O. de la Rhodésie.

Quelques jours auparavant il avait annoncé la trouvaille dans un article de la revue anglaise NATURE, et après l'avoir sommairement décrite, il proposait d'appeler ce nouveau type humain, spécifiquement distinct de l'Homme de Néanderthal : *Homo Rhodesiensis* (1).

Une critique exhaustive de ces conclusions n'est pas encore possible aujourd'hui. Il faut attendre que des mémoires complets aient été publiés. Nous n'avons sous la main que des rapports fort brefs et pas toujours très clairs, et sous les yeux que des photographies, d'ailleurs fort bien faites, mais qui ne peuvent, quand il s'agit d'observations délicates, remplacer les originaux (2).

(1) Cf. NATURE, 17 nov. 1921, p. 371. *A New Cave Man from Rhodesia, South Africa* (avec une belle photographie du spécimen) : *ibid.* : 24 nov. 1921, p. 413. Notes. *The new skull from Rhodesia.*

(2) Cf. : THE ILLUSTRATED LONDON NEWS, 19 nov. 1921, p. 671. Photographie de l'emplacement, communiquée par W. E. Harris ; p. 680. *The finding of the Broken Hill skull*, par le même ; p. 681, photographie de tout le gisement minier ; pp. 682 et 683. Article de Smith Woodward avec photographies comparatives des crânes de Piltdown, de Broken Hill et de la Chapelle aux Saints,

Le P. Teilhard de Chardin faisait remarquer ici-même, il n'y a pas bien longtemps, à propos de l'homme de Piltdown, combien l'opinion vulgaire qui ne voit encore dans la préhistoire humaine qu'un roman fantaisiste, était erronée, et quel contrôle « immédiat et sans merci » s'exerce sur toutes les affirmations des théoriciens et sur toutes les découvertes des fouilleurs (1).

La rareté même des documents paléontologiques, quand il s'agit de l'homme fossile, contraint à ne les admettre que dûment authentiqués. Toute pièce douteuse mêlée aux débris pléistocènes risquerait de produire de redoutables confusions. Et Burkitt, dans son récent et bel ouvrage, rappelle avec raison cette dure nécessité qui s'impose à tout préhistorien de ne tenir compte de rien qui ne soit *absolutely sure* (2).

On peut donc s'attendre à ce que l'*Homo Rhodesiensis*, à peine déterré, ait à soutenir de durs combats. C'est le sort commun de ces vieux sauvages. Et plusieurs — Galley Hill, Grenelle, Clichy, La Denise — ont été vaincus dans cette lutte contre des critiques, nécessairement dépourvus d'indulgence.

Quel sera le sort de l'*Homo Rhodesiensis* (3) ? On le saura dans deux ou trois ans. En attendant, voici quelques données certaines et quelques réflexions interrogatives. Qu'on veuille bien ne voir dans ces dernières rien de fâcheusement préconçu.

* * *

Pour les préhistoriens du Sud de l'Afrique, le site de Broken Hill n'était pas inconnu. En 1907, F. P. Mennell,

p. 686. Article de Sir Arthur Keith sur le même sujet. La revue a cru bon d'ajouter pour l'amusement du public « *a remarquable reconstruction* » de pure fantaisie, pp. 684-685.

(1) Cf. Revue des Questions scientifiques, janvier 1920, t. 77, p. 155.

(2) *Prehistory*. Cambridge, 1921, p. 9.

(3) D'après Keith cet homme serait une femme, et une femme encore jeune. Cf. Times, 23 nov. 1921. *Rhodesian skull Paradoxes*.

un géologue, et E. C. Chubb, un zoologiste, attachés tous deux au Museum de Bulawayo, avaient étudié très prudemment les énormes amas d'ossements fossiles que les terrassements de la Rhodesia Broken Hill Development C° mettaient à jour (1).

Au milieu d'une région calcareuse, à environ 150 milles au Nord de la rivière Kafué, affluent du Zambèze, s'élèvent deux petits monticules qu'on appelle dans la langue des Boers des *kopjes*, et qui sont séparés par une dépression peu importante. Ces monticules renferment de grands dépôts de minerais de zinc et de plomb, que la Compagnie minière exploite, en rasant progressivement les *kopjes*.

A l'intérieur du kopje n° 1, et vers le centre, on découvrit de vastes accumulations d'ossements, en couches successives, séparées par des niveaux stériles. C'est par tonnes qu'il faut évaluer la masse des dépôts. Dans le sens de la verticale, ils se prolongent bien au-dessous du niveau de la plaine avoisinante.

Les ossements étaient régulièrement fossilisés, c'est-à-dire qu'ils avaient perdu leur gélatine et que la matière organique avait été remplacée par des substances minérales, en l'espèce par du phosphate de zinc (hopéite ?). Les os entiers étaient extrêmement rares. Beaucoup portaient des traces de dents de hyènes. Jamais on ne trouvait en connexion — ni même en compagnie — les os d'un même animal, mais seulement un pêle-mêle complet. De plus, à certains niveaux, on découvrit, intimement unis aux ossements fossiles, ne faisant parfois avec eux qu'un même bloc compact cimenté par le calcaire, des pièces d'outillage lithique. Les instruments étaient en quartz — le silex étant très rare dans la région — et de facture assez fruste. On nous signale parmi

(1) Cf. : Geological Magazine. New series. Decade V, vol. IV, 1907, p. 443. *On an African occurence of Fossil Mammalia associated with Stone implements.*

ces spécimens des lames, des grattoirs, des grattoirs cannelés *(grooved scrapers)*. Le Museum de Bulawayo possède les pièces. Nous n'avons pu, jusqu'à présent, nous procurer des reproductions (1).

Quelques os semblaient avoir subi un commencement d'utilisation. Plusieurs paraissaient artificiellement sectionnés. Un d'eux avait été percé d'un trou, avant sa fossilisation. Trou de suspension ou coup de flèche ? Les explorateurs n'ont pas osé le décider.

Comment ces dépôts ossifères avaient-ils été introduits à l'intérieur du *kopje* ?

Impossible de songer à une sorte de précipice, de piège naturel, dans lequel pendant des siècles des animaux isolés seraient venus choir et périr. On sait que dans le Derbyshire, le défilé de Winnats, aux environs de la Speedwell Cavern, près de Castleton, a livré un dépôt de ce genre. Pour Broken Hill, cette explication ne tient pas. Dans une accumulation fortuite de carcasses, les os ne sont pas tous brisés ; ils ne sont pas rongés par les hyènes ; les pièces du squelette ne se dispersent pas indéfiniment et elles sont toutes représentées ; l'outillage humain n'apparaît pas en quantité notable.

Il s'agit donc bien d'un repaire. Les ossements ont été *traînés* là où l'explorateur les retrouve. Kennell pense que l'intérieur du *kopje*, vaste caverne aux parois délitées et peu reconnaissables, communiquait avec le sommet par un étroit couloir. Ce couloir a pu s'effondrer, la roche apparaissant assez schisteuse au voisinage des minerais.

La caverne aurait donc été occupée alternativement par des animaux : hyènes, porcs-épics, etc... et par des chasseurs. Des inondations soudaines venaient parfois expulser les uns ou les autres et déposer sur les couches ossifères des limons stériles.

(1) La description de ces outils se trouve dans le FOURTH ANNUAL REPORT OF THE RHODESIA MUSEUM (1904); publication malheureusement peu accessible.

Quel est l'âge de ces ossements ? Peut-on affirmer qu'ils sont pléistocènes ?

Il ne nous semble pas que la preuve en soit faite.

L'outillage lithique n'est pas un argument. Non seulement la présence d'instruments de pierre ne démontre pas que nous ayons affaire à un gisement paléolithique, — les outils très frustes existant au néolithique — mais nous ne pouvons pas même en conclure que le gisement n'est pas entièrement moderne. Aujourd'hui encore, les Boschimans du Sud Africain se servent d'instruments de quartz parfaitement semblables à ceux qu'a livrés la caverne. Si l'os troué, dont nous avons parlé plus haut, a été percé par une flèche, c'est une flèche du type boschiman. L'âge de la pierre n'étant pas encore terminé partout dans ces régions, le critère archéologique est presque sans application possible pour dater un gisement. Il faut donc interroger le terrain et la faune ; la géologie et la zoologie.

Or la géologie est ici très réticente. Nous avons affaire à une caverne. L'âge des dépôts est indépendant de celui de la roche encaissante ; et il est presque impossible de les dater, sinon par leur contenu.

Voyons donc ce que nous révèle la faune. Chubb a identifié *Felis Leo ; Hyaena ; Elephas africanus ; Phacochaerus aethiopicus ; Diceros bicornis ; Equus ; Strepsiceros ; Connochaetes taurinus ; Taurotragus oryx*, quelques rapaces, des rats, des grenouilles. Lion, hyène, éléphant, rhinocéros, porc à verrues, cheval, antilope gnou et koudou,... la faune n'est composée que d'espèces habitant encore le pays ou contemporaines de l'arrivée des Européens en Afrique.

Une seule exception, peu importante. Un humérus gauche et un tibia droit de *Diceros* ont été trouvés dans ces mêmes dépôts par M. Franklin White. Chubb qui les a examinés au Museum de Bulawayo nous dit que la différence d'avec le rhinocéros bicorne est assez

grande pour qu'on puisse parler d'une espèce nouvelle : il l'appelle *Diceros Whitei*. C'est tout.

On peut donc affirmer que rien dans la nature du gisement ossifère n'indique l'âge pleistocène. La fossilisation a pu être très rapide, étant donnés l'abondance et le voisinage immédiat de sels de zinc très actifs.

Les dépôts de Broken Hill sont anciens. Leur masse seule suffit à en témoigner. Mais parler ici de paléolithique serait introduire dans le langage de la préhistoire une déplorable confusion. Aucun des caractères auxquels on reconnaît le paléolithique n'est attesté.

* * *

L'homme avait donc habité la caverne de Broken Hill, puisqu'on y trouvait ses outils. N'arriverait-on pas à l'y rencontrer lui-même ?

A la fin de l'été dernier, M. W. E. Barren, un ingénieur de la Nouvelle Zélande au service de l'exploitation minière, découvrit, « dans un coin reculé de la caverne », un crâne presque complet et quelques autres ossements humains.

D'après Smith Woodward, c'est M. Barren lui-même qui, en piochant, aurait fait la trouvaille (1).

M. William Harris, qui se trouvait sur place à cette époque, nous donne un récit quelque peu différent (2). D'après lui, les terrassiers cafres auraient mis à jour le crâne, l'auraient apporté au contremaître, un blanc, et aussitôt se seraient remis au travail. Ce ne serait que plus tard, après que le directeur gérant (M. Ross Macartney ?) aurait reconnu l'importance de la découverte, que l'ordre aurait été donné de suspendre les travaux à cet endroit du chantier. En cherchant dans les débris

(1) Cf. NATURE, 17 nov. « Mr W. E. Barren was so fortunate as to discover and *dig out* of the earth... a nearly complete human skull ».

(2) Cf. : ILLUSTRATED LONDON NEWS, *loc. cit.*

dispersés par le pic des terrassiers, on aurait encore trouvé un fémur, une clavicule, un fragment d'omoplate, un fragment d'os coxal avec des vertèbres sacrées en connexion, un morceau de mâchoire *inférieure*, d'autres fragments non identifiés, et beaucoup de portions du moulage en creux du squelette dans le dépôt minéralisé (1).

M. Woodward ne parle que d'un morceau de mâchoire *supérieure* (appartenant donc à un second individu) d'un sacrum, d'un tibia, et de deux épiphyses de fémur. Ces spécimens, envoyés gracieusement par la Compagnie minière au British Museum, sont aujourd'hui à South Kensington. De la clavicule, de l'os coxal, du fragment d'omoplate, etc... il n'est pas soufflé mot.

Les deux rapports ne sont donc pas tout à fait cohérents. On peut s'attendre à des discussions, ou tout au moins escompter des explications.

La stratigraphie du crâne de Broken Hill n'est pas très nettement indiquée. Nous craignons bien qu'il n'existe aucun relevé en coupe de la caverne dans son état primitif, et il est regrettable que certains journaux aient parlé d'un crâne humain « trouvé à plus de 100 pieds sous le sol », comme s'il s'agissait de dépôts sédimentaires continus. Il est tout à fait illusoire d'apprécier un niveau archéologique à l'intérieur d'une caverne par l'épaisseur du massif rocheux dans lequel la caverne est creusée et ces gros chiffres ne signifient rien.

Smith Woodward se contente de nous dire que la trouvaille a été faite *in a remote part of the cave*. L'indication est bien vague. La photographie de l'ILLUSTRATED LONDON NEWS, prise « récemment », indique de façon assez nette que la caverne avait été totalement éventrée par les travaux de l'exploitation minière. On dirait même que les terrassiers ont travaillé à ciel ouvert et

(1) *Loc. cit.* : « most of the pieces of the mineralised cast of the body ».

que, sauf peut-être quelques lambeaux surplombants, toute trace de couloir voûté avait disparu.

De plus, William Harris nous laisse entendre que les parois de la caverne, bien avant les travaux miniers, avaient, à l'intérieur même du *kopje*, cédé sur de très grandes longueurs, amenant une dépression du sol en surface et un affaissement général, une déformation importante du tracé primitif de la galerie (1). Le diagramme qui accompagne ces explications nous montre une entrée de la caverne s'ouvrant latéralement au niveau de la plaine. Quand on songe que d'après Kennell il devait y avoir une seconde issue en forme de cheminée plus ou moins oblique vers le sommet du *kopje*, on arrive à se demander s'il sera jamais possible de préciser la position stratigraphique du crâne de Broken Hill. Même situé à la base des dépôts, qui encombrent le centre du kopje n° 1, il pourrait encore être plus récent que ceux-ci. En effet, les couloirs partiellement superposés, les salles à plusieurs étages, ne sont pas choses rares dans les grottes. En Belgique nous en avons de nombreux exemples : il suffit de mentionner Spy ou Montaigle ou Goyet. Le remplissage des cavités inférieures peut avoir été plus récent que celui des couloirs qui les surmontent ; mais au cas où les plafonds viendraient à se désagréger et à céder totalement, ce sont ces niveaux inférieurs qui, en stratification, apparaîtront comme les plus anciens.

Tout ce qu'on est en droit de dire, c'est que le crâne de Broken Hill est antérieur à la catastrophe mystérieuse qui a, brusquement ou progressivement, écrasé la galerie.

La faune d'accompagnement est, elle aussi, toute moderne. Sur ce point tous les témoignages concordent.

On nous dit que, tout près du crâne, se trouvaient

(1) *Loc. cit.* : « At 40 to 50 feet the walls have disappeared altogether, and the bones are surrounded with a soft, friable, lead-carbonate ore », et plus loin, il parle de « general subsidence ».

des outils de pierre, une meule et un broyeur, « semblables à ceux dont les indigènes se servent encore aujourd'hui ». Sans vouloir imposer au Sud Africain les classifications du quaternaire d'Europe, on peut cependant faire remarquer que les broyeurs et les meules appartiennent à l'horizon néolithique beaucoup plus qu'au pleistocène. Il faudrait des preuves bien convaincantes, une stratigraphie incontestable, pour qu'on en vînt à modifier sur ce point des conclusions, établies par des milliers et des milliers d'observations concordantes. La meule est même inconnue des Boschimans. Si le broyeur se comprend quand il s'agit de piler des matières colorantes, la meule suppose des céréales et donc au moins quelque rudiment d'agriculture. Les Boschimans ignorent complètement l'art de cultiver la terre.

Le crâne lui-même n'est pas le moins du monde fossilisé. Smith Woodward le dit expressément. Il est peut-être dangereux alors de parler tout aussitôt du crâne *fossile* de la Rhodésie. Le public risque de ne pas comprendre. Et nous-même, nous ne sommes pas sûr d'interpréter correctement la pensée du savant conservateur du Musée de South Kensington, en disant que le crâne a gardé sa gélatine dans son tissu organique. et qu'il est tout simplement *incrusté*, c'est-à-dire revêtu d'une couche externe de dépôts minéraux. Ce détail est extrêmement important. Il doit d'autant plus faire conclure à l'âge relativement récent du crâne que les ossements de la caverne sont presque tous *entièrement* fossilisés. La gélatine a si bien été remplacée par le phosphate de zinc que les ossements servent eux-mêmes de minerais et sont jetés par tonnes dans les fourneaux de l'exploitation. Qu'un pareil travail de fossilisation ne soit pas même commencé pour le crâne, alors qu'il est en contact immédiat et complet avec des sels minéraux très actifs, est une particularité bien inquiétante. On sait qu'aujourd'hui encore les Boschimans habitent occa-

sionnellement des cavernes, et la question revient toujours, sans réponse bien nette : de quelle époque date le crâne de l'*Homo Rhodesiensis ?*

Examinons les ossements humains qui l'accompagnaient. On ne nous parle pas de la clavicule, de l'omoplate, de la mâchoire inférieure, etc... que William Harris déclare avoir été trouvées au même endroit.

Le tibia est long et mince, d'un type entièrement moderne. Les deux extrémités de fémur sont en tout semblables au fémur d'un homme actuel, grand et vigoureux. Du sacrum nous ne savons rien. Il est vraisemblable, puisqu'on ne le décrit pas, qu'il n'a rien de très significatif. Chacun sait — et la magistrale monographie de M. Boule sur l'homme de la Corrèze l'a péremptoirement établi — combien le tibia et le fémur des Néanderthaliens sont typiques, et qu'il est impossible de les confondre, non seulement avec les pièces correspondantes d'un squelette moderne, mais même avec les os des chasseurs de rennes de la race de Cro-Magnon.

Si nous passons à l'inspection du crâne lui-même, nous sommes frappés par toute une série de caractères bien *modernes* eux aussi. Les dents sont cariées, profondément, les alvéoles elles-mêmes étant attaquées par endroits. La carie dentaire est inconnue des paléolithiques européens. Le trou occipital n'est pas du tout placé en arrière, comme chez l'homme de la Chapelle-aux-Saints ; il est parfaitement situé, à la moderne, de façon à assurer la position d'équilibre de la tête, bien droite sur le tronc, sans projection antérieure. La troisième molaire est en régression, comme chez l'homme actuel, notablement plus petite que la deuxième. Celle-ci est carrée, mesurant 13,5 mm. de diamètre ; la dent de sagesse au contraire, n'a que 9,5 mm. de longueur, sur 12,5 de largeur. Jusqu'à présent les mâchoires primitives nous avaient montré des molaires allant en grandissant de la première à la troisième. L'épaisseur des os crâ-

niens n'est pas différente de ce qu'elle est chez un Européen d'aujourd'hui. Il n'y a donc pas à songer à des rapprochements avec l'homme de Piltdown, cet homme dont la boîte crânienne était solide comme un marteau.

Brisé sur le pariétal droit, le crâne de Broken Hill se prête mal aux mesures de capacité. Toutefois il ne semble pas que celle-ci soit inférieure à ce qu'on a constaté sur d'autres crânes humains ; elle est nettement au-dessus du minimum.

Le palais est très grand, parfaitement voûté, entièrement humain et fort bien adapté au langage articulé. Ce détail, joint à la régression de la troisième molaire, régression qui facilite le jeu de la langue — beaucoup plus qu'on ne le croirait d'abord — éloigne encore l'homme de Broken Hill des types primitifs connus jusqu'à présent, et le fait rentrer dans les groupes modernes.

Il est incontestable pourtant qu'au point de vue morphologique deux caractères au moins sont très singuliers dans le crâne que M. Smith Woodward a présenté.

C'est d'abord le front fuyant. Il faudrait presque dire l'absence de front. L'énorme bourrelet qui surmonte les orbites se continue en arrière suivant une ligne presque horizontale, qui remonte ensuite en pente très douce. Cette remontée commence plus près des orbites chez l'homme de la Chapelle-aux-Saints. Il semble bien que l'homme de Broken Hill aurait pu placer une noisette au-dessus de ses arcades sourcilières et l'y garder aisément en parfait équilibre. La pente du front, qui est à pic chez nous, qui est très atténuée chez les Néanderthaliens, est ici presque nulle ; ou, si on préfère, le front ne commence que fort en arrière et monte à peine. *(Voir figure, page suivante.)*

Ce caractère étant très visible et donnant à la face une physionomie très bestiale, on serait peut-être porté à exagérer son importance au point de vue strictement

anthropologique (1). Le crâne de Broken Hill va certainement ramener l'attention sur l'anatomie des Boschimans, encore assez mal connue. L'Université de Louvain possède une collection de crânes africains, provenant de l'hôpital d'Elisabethville, dans le Katanga. Broken Hill situé dans la Rhodésie, tout au Nord, est relative-

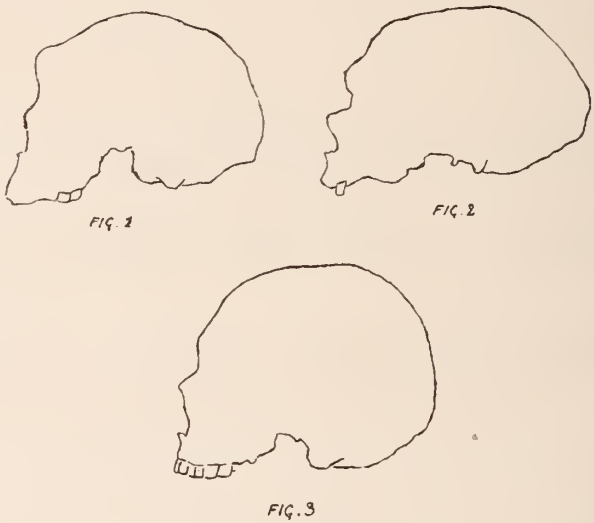

FIG. 1. Crâne de Broken Hill. — FIG. 2. Crâne de la Chapelle-aux-Saints. — FIG. 3. Crâne de Français moderne.

ment proche. Les malades décédés à l'hôpital en question venaient de tous les coins de l'horizon à une époque où le portage obligatoire sévissait comme un fléau. Parmi ces crânes, plusieurs sont très singuliers. L'avancée

(1) Le développement énorme des arcades sourcilières chez l'homme de Néanderthal pour ait peut-être s'expliquer par le mécanisme de la mastication. On a essayé cette hypothèse : Cf. Otto Görke : *Beitrag zur funktionellen Gestaltung des Schädels bei den Anthropomorphen und Menschen* (ARCH. F. ANTHR., Bd. I, 1904, p. 91). Otto Roerig : *Der Gesichtsteil des menschlichen Schädels* (ARCH. F. ENTW. MECH. D. ORG., Bd. XXX, 1910, p. 461). C. Toldt : *Brauenwülste, tori supraorbitales... und ihre mechanische Bedeutung* (MITT. DER ANTHROP. GESELLSCH. IN WIEN, Bd. XXXXIV, 1914, p. 310).

des arcades soucilières est assez curieuse à observer, mais aucun de ces individus, même parmi ceux qui ont les fronts les plus aplatis, ne peut être comparé à l'homme de Broken Hill.

Smith Woodward nous dit que par la dimension du palais, l'examen des dents supérieures et de la fosse glénoïde du temporal on peut arriver à reconstituer la mandibule. Il ajoute que même la mâchoire de Mauer est moins massive, moins énorme, et moins élargie. Ce serait un second caractère rapprochant l'homme de la Rhodésie des primitifs moustériens ou pré-moustériens. Mais puisque la mandibule fait défaut, il est peut-être prudent de ne pas trop se fier aux reconstitutions. M. Smith Woodward sait mieux que d'autres qu'à un crâne de type donné la nature a pu joindre une mâchoire tellement différente que l'observation méthodique et prudente de beaucoup de savants refuse d'y reconnaître les pièces d'un même squelette. Je sais bien qu'entre les deux mâchoires l'affinité est plus étroite qu'entre des os crâniens et une mâchoire ; mais le danger de mêler aux documents certains des hypothèses moins sûres, ce danger est si grand qu'on est sans doute excusé de le rappeler quelquefois. Est-ce que l'antiquité n'a pas connu de ces fonctionnaires du culte, uniquement chargés de répéter aux prêtres sacrificateurs : « Ne te laisse pas distraire, prends garde, la chose est grave » ? Personne ne les trouvait impertinents, parce que tous prenaient la cérémonie au sérieux.

Pour achever la description du crâne nous ajouterons qu'il est dolichocéphale, avec index céphalique 69. Les maxillaires sont dépourvus de fosses canines. L'os nasal est parfaitement humain, La hauteur maximum du crâne, mesurée du basion au bregma, est de 131 mm.

Mal situé dans son gisement, comment l'homme de

Broken Hill arriverait-il à se loger facilement dans l'anthropologie du quaternaire ?

Smith Woodward, frappé par l'aspect général du front et des arcades sourcilières, voudrait rapprocher l'homme de la Rhodésie de l'homme de Néanderthal. Nous avons vu qu'un bon nombre de caractères très modernes empêchent d'assimiler spécifiquement le premier au second. La face étant, d'après Elliott Smith, la portion du squelette qui s'est « perfectionnée » en dernier lieu chez l'homme actuel, il serait logique, continue Smith Woodward, de placer l'homme de Broken Hill entre les Néanderthaliens et nous. Il a déjà redressé la position de sa tête, supprimé la courbure de l'os de la cuisse, réduit sa troisième molaire... il ne lui reste plus qu'à organiser sa figure. On en reviendrait ainsi à l'idée, soutenue par quelques auteurs, combattue très savamment par M. Boule, et qui fait du Néanderthalien l'ancêtre de l'*Homo sapiens*. L'homme de la Rhodésie fournirait pour sa part un *missing link*.

Elliott Smith a fait observer, à la réunion de la Zoological Society, qu'on pouvait retourner la conclusion et faire de l'homme de Broken Hill un type primitif, dont les Néanderthaliens ne seraient qu'une forme très spécialisée. Ceux-ci, gardant la figure de l'ancêtre, auraient recourbé leur fémur, reculé le trou occipital, et renforcé leur dent de sagesse...

La facilité même avec laquelle ces deux théories opposées s'accommodent des faits, montre bien que les données purement morphologiques sont insuffisantes pour trancher une question de préhistoire humaine. Tant que le crâne de Broken Hill ne sera pas mieux daté, il faut le réserver, comme celui de Cannstadt et beaucoup d'autres, et savoir attendre.

Il ne nous paraît pas que ce crâne, très intéressant

pour un *anatomiste*, ait jusqu'à présent une valeur *archéologique* bien définie.

Ceci n'enlève rien au mérite des savants qui l'ont étudié avec une parfaite bonne foi et une compétence indiscutable (1)

PIERRE CHARLES, S. J.

(1) Ces lignes étaient écrites quand nous avons reçu le n° de l'ILLUSTRATION du 17 déc. 1921 et LA NATURE du même jour. Dans ce dernier périodique, M. Boule exprime l'avis que l'*Homo rhodesiensis* serait un exemplaire *récent* et évolué du *Neanderthalensis*. Peut-être, ajoute-t-il, en découvrira-t-on quelque jour, dans un coin reculé de l'Afrique, un spécimen encore vivant. Le Néanderthalien, disparu de l'Europe, aurait survécu en Afrique.

L'article de l'ILLUSTRATION, de F. Honoré, contient, avec quelques grosses inexactitudes, un commentaire verbal de l'ILLUSTRATED LONDON NEWS du 19 nov. L'auteur parle du « squelette humain situé dans un terrain où l'on n'a trouvé aucun outil de l'âge de la pierre » : ce qui est démenti par les fouilles de Kennell et Chubb. Il reprend pour son compte une remarque énigmatique de Harris au sujet « des ossements d'animaux trop petits pour avoir pu servir de nourriture à l'homme », et il ajoute que les « estomacs robustes » de ces primitifs « ne se seraient pas contentés de colibris d'oiseaux-mouches ». Nous ignorons en dessous de quelles dimensions un animal n'est plus comestible. Les civilisés mangent des crevettes et des goujons ; les Boschimans se nourrissent de sauterelles et de limaces, quand ils ne trouvent rien d'autre, et l'estomac des chasseurs primitifs était surtout un estomac famélique, et par conséquent peu dédaigneux.

LA CARTE
DES ANCIENNES PROVINCES BELGES DU GÉNÉRAL FERRARIS

Au lendemain des traités signés à Versailles et à Saint-Germain-en-Laye en 1919, la Belgique fut admise, en vertu de l'article 195e du second de ces traités, à présenter à l'Autriche des réclamations en restitution de *trésors historiques belges*, aujourd'hui en la possession de la République Autrichienne. Les journaux de notre capitale ont publié, en juillet 1921, la très sobre et très intéressante liste de nos revendications (1).

(1) Les *Restitutions demandées par la Belgique à l'Autriche* ne comprirent que cinq objets : 1° Le Triptyque de Saint-Ildephonse, par Rubens, provenant de l'Abbaye de Saint-Jacques-sur-Coudenberg, acheté en 1777 et transporté à Vienne ; 2° Les Armes, armures et autres objets provenant de l'ancien Arsenal de Bruxelles ; 3° Le Trésor de la Toison d'Or, jadis conservé à la Chapelle de la Cour, à Bruxelles ; 4° Les coins des monnaies, médailles et jetons, exécutés par Théodore Van Berckel, qui faisaient partie intégrante des archives de la Chambre des Comptes, établie à Bruxelles ; 5° Les exemplaires originaux de la Carte chorographique des Pays-Bas Autrichiens, dressée de 1770 à 1777 par le Lieutenant-Général comte de Ferraris, et les documents relatifs à la dite Carte.

Un Comité de trois juristes fut nommé par la Commission des Réparations, à l'effet d'étudier ces revendications, et commença à se réunir à Paris en juillet dernier. Ces juristes furent un français, M. Lyon ; un anglais, M. J. F. I. William, et un américain, le colonel Hugh Bayne. Une Commission de savants belges, réputés par leur compétence en sciences historiques comme en sciences juridiques, fut organisée par notre gouvernement, et chargée de faire valoir nos droits.

Nous ne connaissons à ce sujet, à l'heure présente, que ce qu'a bien voulu nous apprendre la presse quotidienne : à savoir, cette liste de nos revendications et les noms de ces trois juristes chargés d'émettre un avis préalable.

Parmi les quelques objets réclamés, figurent : « Les exem-
» plaires originaux de la Carte chorographique des Pays-
» Bas Autrichiens, dressée de 1770 à 1777, par le Lieute-
» nant-Général comte Joseph de Ferraris, et les documents
» relatifs à la dite Carte. »

Plus d'un lecteur de cette Revue nous saura gré, pensons-nous, des détails historiques que nous allons donner sur cette précieuse CARTE CHOROGRAPHIQUE DES PAYS-BAS AUTRICHIENS, *dédiée à Leurs Majestés Impériales et Royales, par le Comte* DE FERRARIS, *Lieutenant-général de leurs Armées. Gravée par L. A. Dupuis, Géographe. En 1777* (1).

Le titre que nous venons de transcrire, est gravé au centre d'un riche dessin, où figurent les blasons de nos anciennes provinces, les unes soumises à la Maison d'Autriche, les autres voisines immédiates de celles-là : Brabant, Limbourg, Luxembourg, Gueldre, Anvers, Flandre, Hainaut, Namur, Malines, Liége, Stavelot ; au-dessus, timbrées de la couronne impériale, les armoiries de Leurs Majestés. Au folio suivant, le titre est repris en ces termes : « Carte des Provinces Autrichiennes dans les
» Pays-Bas, y compris les principautés de Liége et de
» Stavelot. En 1777. »

Cette Carte chorographique, — aujourd'hui on préfère dire « topographique » (2), — ou plutôt ce vaste Atlas de nos anciennes provinces belges, dressé par l'habile officier lorrain Joseph de Ferraris, fut à son époque

(1) On a publié une partie de la présente étude dès septembre dernier, dans un journal quotidien, *La Libre Belgique* (15 septembre 1921). — Nous la donnons ici largement complétée, sans y ménager les corrections et les modifications.

(2) L'expression de Ferraris est conforme à une nomenclature préconisée par divers géographes : les cartes géographiques se partagent en *cartes topographiques*, ou descriptions de lieux, en *cartes chorographiques*, ou descriptions de provinces, et en *cartes géographiques* proprement dites, ou descriptions de très vastes pays. Les premières sont à très grande échelle ; les secondes, à échelle moindre ; les troisièmes, à échelle plus petite encore.

et resta longtemps l'œuvre la plus parfaite d'un art et d'une science qu'avait fondés trente ans auparavant l'astronome et géographe français Cassini de Thury : la science et l'art de la grande topographie. Infiniment estimé des hommes de science, l'ouvrage rendit durant un demi-siècle d'immenses services, tant aux hommes politiques et à l'administration qu'aux officiers des armées. Au point de vue artistique, les vingt-cinq feuilles de ce grand in-folio, gravées sous la direction de J. A. Dupuis, sont un des chefs-d'œuvre de la gravure sur cuivre.

L'initiative du projet de la carte générale des Pays-Bas est due à Marie-Thérèse elle-même, et date de l'année 1759.

On sait que, soumises à la Maison d'Autriche par le traité de Rastadt en 1714, nos provinces, depuis cent cinquante ans le « souffre-douleur de l'Europe », purent enfin, suivant les expressions de Pirenne, panser leurs plaies et se remettre au travail, avec cet optimisme et cette énergie qui caractérisent leurs populations. Elles connurent, durant les quarante années du règne bienfaisant de Marie-Thérèse, l'inattendu bonheur d'une longue période de paix, de sécurité et de relèvement économique. L'Impératrice-Reine était sagement attentive à perfectionner l'organisation des Pays-Bas Autrichiens, par conscience de son devoir et ne fût-ce d'ailleurs que dans l'intérêt du bon rapport des impôts et des emprunts. En 1759, elle communiqua au prince Charles de Lorraine, son beau-frère, gouverneur général des Pays-Bas, à Bruxelles, le projet, qu'elle avait conçu, de faire lever une carte détaillée des provinces belges ; au surplus, son intention était de faire exécuter une carte analogue pour toute l'étendue de ses États héréditaires. Sa haute intelligence lui avait fait apprécier toute l'importance, pour les choses politiques et économiques autant que pour les choses de la guerre, d'un travail semblable qu'elle voyait s'inaugurer en France. En

effet, le directeur de l'Observatoire de Paris, François Cassini, dit de Thury, après une revision admirablement exécutée par l'abbé La Caille et par lui-même de la mesure du méridien de Paris à travers tout le royaume, avait entrepris, en 1744, sous le patronage de l'Académie des Sciences, la triangulation générale de toutes les provinces françaises, afin d'établir scientifiquement une grande carte de France, à l'échelle de 1 ligne pour 100 toises, c'est-à-dire au 86 400me (1) : œuvre gigantesque, à laquelle il consacra désormais sa vie et à laquelle son nom est resté attaché. Il n'eut point le temps de l'achever : la mort le frappa en 1784, et les dernières des 184 feuilles de l'œuvre complète ne parurent que par les soins de son fils, qui fut aussi son successeur ; les quatre Cassini formèrent une lignée, nous allions dire une dynastie, de directeurs (1669-1793) de l'Observatoire du roi, et ils utilisèrent largement au grand profit de la science cette longévité extraordinaire qui est chez les astronomes un privilège d'état reconnu et chez les Cassini en particulier un traditionnel privilège de famille.

Charles de Lorraine, avec son excellent sens, entra dans les vues de sa souveraine. Il se mit aussitôt en quête d'un topographe d'une science et d'un talent consommés, à qui pût être confiée une telle œuvre. Plus d'un homme de valeur se présenta à lui. Ce fut, d'abord, un certain abbé Palquois de Reignière, dont les propositions datent de 1759 ; puis l'official Desloges, soigneux et laborieux serviteur du Conseil des Finances, à Bruxelles : son *Mémoire,* préparé par cinq années de labeurs et de recherches, est de 1765. Le plan que Desloges offrait

(1) On sait que la toise valait 6 pieds ; le pied, 12 pouces ; le pouce, 12 lignes. La toise valait 1^{m},949 036 6 et, par conséquent, le mètre vaut 0^{toise},513 074. Le pied valait donc 32^{cm},48; le pouce, 2^{cm},707 ; la ligne, 2^{mm},256.

A l'échelle de 1 ligne pour 100 toises, 1 centimètre de longueur sur la carte représentait 864 mètres sur le terrain.

d'exécuter, se réduisait à reviser sévèrement et à compléter par d'innombrables détails les vingt-six cartes de l'éditeur bruxellois Fricx, construites à une échelle voisine du 115 000me assez récemment (1712-1726) : le maréchal de Saxe les avait proclamées la meilleure carte générale d'aucun pays du monde, mais Desloges montrait fort aisément combien elles étaient défectueuses et déjà insuffisantes (1). Le comte Charles de Cobenzl, ministre plénipotentiaire de l'impératrice à Bruxelles, avait proposé à son tour, en 1759, de s'adresser à des géographes allemands : Homann, de Nuremberg, ayant publié une bonne carte générale de l'Autriche, ses héritiers, continuateurs de ses œuvres géographiques, lui avaient semblé tout désignés pour la besogne nouvelle. La chancellerie de Cour et d'État, à Vienne, qui depuis 1757 avait en ses attributions les affaires des Pays-Bas, n'ayant adopté aucune de ces diverses propositions, un officier français, le colonel de Bon, très estimé de Cobenzl et de Marie-Thérèse elle-même, qu'il avait servie pendant la guerre de Sept ans, offrit de lever la carte générale des Pays-Bas : sous sa direction, l'œuvre eût pu être excellente, mais la chancellerie la jugea d'une exécution trop dispendieuse. En 1769 s'offrit enfin à Charles de Lorraine un plan profondément étudié, qui lui plut beaucoup et dont la réussite apparaissait garan-

(1) Cette *Carte de Fricx* était d'ailleurs, devenue extrêmement rare, et les éditions contrefaites publiées en France étaient peu appréciées. Le volumineux *Rapport*, de 334 pages, de « G. Desloges » l'Aîné, Official au greffe des Finances », adressé le 12 juin 1765 au prince Charles de Lorraine, repose aux Archives générales du Royaume, à Bruxelles, fonds de la Secrétairerie d'État et de Guerre, nº 2273 (liasse). L'archiviste général Gachard en a reproduit un grand extrait en 1843, dans une Notice que nous citerons plus loin. Ce travail de Desloges est d'un grand intérêt, comme l'observe Gachard, notamment à cause des vues énoncées relativement à la formation d'une statistique générale du pays. Voyez, en cette même liasse, le projet de « l'Abbé Reignière », présenté (sans date) au prince de Lorraine et resté inédit.

tie par des essais partiels on ne peut plus heureux. Ce plan était du général-major Joseph de Ferraris, alors commandant de l'artillerie aux Pays-Bas.

Compatriote du prince de Lorraine, le comte de Ferraris était né en 1726 à Lunéville, cité natale du prince, près de Nancy, d'une famille piémontaise. Comme le prince lui-même, Ferraris était presque des nôtres, par sa langue maternelle, par ses idées, par ses habitudes. Il avait initié un groupe de sujets du corps d'artillerie à la théorie de la topographie française, la leur faisant étudier à l'École de Mathématiques, établie à Malines pour les sujets de cette arme par Charles de Lorraine ; puis il les avait rompus aux méthodes et à la pratique de cette science, en leur faisant lever sous sa direction les plans de plusieurs domaines de Sa Majesté. En 1768, les « artilleristes », comme on les appelait, avaient levé le plan de la Forêt de Soignes, et en 1769, ceux des parcs et des terres de Mariemont et de Tervueren. La carte de la Forêt de Soignes et de ses environs, levée à l'échelle de 1 ligne pour 80 pieds, ou au 11 520me, et dont l'original est conservé aux Archives générales du Royaume, à Bruxelles, fut très appréciée par le gouvernement, et sa réduction à l'échelle du 30 000me environ, gravée sur cuivre, fut très bien accueillie du public.

Dans un Mémoire adressé au gouvernement, d'une clarté et d'une précision toutes françaises et d'un style scientifique excellent (1), Ferraris expose le plan de son entreprise. Tout le monde, observe-t-il, est convaincu des avantages « infinis » d'une carte générale à la fois très exacte et fort détaillée, qui soit « également intéressante » pour le souverain, ses ministres et ses généraux d'ar- » mées ». Ferraris propose donc de lever d'abord, pour le Cabinet de Sa Majesté, « avec la plus profonde exacti- » tude », une carte générale des Pays-Bas « à l'instar de la

(1) Archives générales du Royaume, endroit indiqué.

» nouvelle Carte de France », mais à une échelle sept fois et demie plus grande, qui sera de 1 ligne pour 80 pieds (c'est-à-dire au 11 520me), comme on a fait pour la Forêt de Soignes. — Remarquons que cette échelle, où 1 centimètre sur la carte représente 115^{m},20 sur le terrain, est presque double de l'échelle du 20 000me des excellentes cartes topographiques actuelles de l'Institut cartographique militaire belge.

L'espace compris entre les chemins, sentiers, rivières, ruisseaux, etc., contiendra — annonçait Ferraris — jusqu'aux moindres détails, « comme bois, prairies, » marais, étangs, maisons isolées, montagnes, vallons, » chapelles, bornes, croix, justices, etc. ». On indiquera la hauteur des montagnes au-dessus du plat pays et le relief des lieux. On pourra aussi, « par l'étendue des » différentes habitations, évaluer à peu près le nombre » des habitans, et connaître la juste valeur des terres, » par la distinction des terreins de différente nature, » soit fertiles ou stériles. »

Cette carte, réservée au Cabinet, c'est-à-dire à l'usage des ministres et, éventuellement, des commandants d'armée, restera manuscrite : on la dessinera à deux exemplaires, le premier pour Sa Majesté, le second pour son gouvernement des Pays-Bas, à Bruxelles.

A mesure que l'on dressera cette Carte du Cabinet, on en fera une réduction, propose Ferraris, destinée au public et aux étrangers : celle-ci sera gravée sur cuivre, avec le plus de soin et le plus d'art possible. Cette « Carte marchande » sera à l'échelle de la nouvelle Carte de France, qui est de 1 ligne pour 100 toises (ou au 86 400me) : formée sur le même plan et sur les mêmes principes, elle lui fera suite et en sera comme le prolongement dans les provinces belges, mais elle l'emportera en perfection. Elle comprendra au moins 17 feuilles ; presque toutes représenteront chacune un rectangle de 40 mille toises de longueur et de 25 mille toises de lar-

geur, ou un terrain de deux cent cinquante lieues carrées : on sait que la lieue française était de deux mille toises, ou de près de quatre kilomètres, plus exactement 3km,898.

Ferraris termine son Mémoire en exprimant l'espoir que la carte générale pourra être entièrement levée à peu près en trois années, si l'on obtient « la permission, » de la Cour de France, de faire copier dans le Dépôt » de la Guerre, à Versailles, toutes les cartes et plans » que ses ingénieurs-géographes ont levés, pendant la » pénultième guerre, dans les Pays-Bas Autrichiens (1) ». Ces cartes, qu'il examinerait et vérifierait sur les terrains mêmes, lui serviraient à établir ses propres triangles, qui doivent couvrir les Pays-Bas susdits.

(1) En 1746, Cassini de Thury reçut l'ordre d'aller suivre l'armée française et de former des chaînes de triangles, destinés à servir de bases à la carte que devaient lever les ingénieurs-géographes militaires. Il opérait sur les derrières de l'armée, au milieu des événements de guerre. Sa triangulation, très remarquable malgré la précipitation avec laquelle il procédait, atteignit : au nord, Tongres ; au sud, Mons ; à l'ouest, Menin. Il consigna ses résultats dans sa *Description des conquêtes de Louis XV, depuis* 1745 *jusqu'en* 1748, qu'il publia en 1775 à la suite de sa *Relation d'un voyage en Allemagne*. Voyez le Mémoire du général Nerenburger, *Sur les triangulations qui ont été faites en Belgique antérieurement à* 1830 (dans les Bull. de l'Acad. roy. de Belg., 1856, II, pp. 430-479). Voyez aussi le bel et vaste ouvrage *Les Ingénieurs-Géographes militaires de* 1624 *à* 1831, publié en 1902 par le lieutenant Berthaut, plus tard général et directeur jusqu'en 1920 du Service géographique de l'Armée française (Paris, Imprim. du Serv. géogr. de l'Armée, deux vol. in-4°). — Sous le nom de *Service géographique de l'Armée*, un décret du 24 mai 1887 a créé un établissement dans lequel s'effectuent les travaux relatifs à la géodésie, à la confection des cartes et plans, à la publication et à la mise à jour de la carte de France, à la cartographie étrangère, à l'approvisionnement des cartes de mobilisation ; il a aussi le dépôt des instruments de précision. Le Dépôt de la guerre, qui avait ces objets en ses attributions, cessa d'exister, et ses autres attributions (par exemple, la statistique militaire ; ce qui concerne l'organisation et la mobilisation de l'armée ; l'étude des armées étrangères ; etc.) furent partagées entre divers bureaux du Ministère de la Guerre. Le Service géographique de l'Armée a pour Directeur actuellement le colonel Bellot.

Dans une pièce annexée à son Mémoire, Ferraris expose les procédés d'exécution qu'il a en vue. Il appliquera à ce grand ouvrage soixante-dix de ses sujets du corps d'artillerie, tant artificiers que cadets, caporaux et canonniers, exercés à ces labeurs et travaillant sous la direction d'un capitaine et de deux lieutenants ; on leur adjoindra six dessinateurs et trente aides. Le lever se fera à la planchette : Ferraris préconise cet instrument dans l'œuvre présente, sans exclure l'emploi, en diverses occasions, des instruments gradués, comme le graphomètre et l'instrument universel (1). — Il sollicite un subside de 12 000 florins d'Allemagne (2) : la vente de la « carte gravée », ou carte marchande, lui permettra de couvrir le surplus des frais.

On peut lire le Mémoire de Ferraris, ainsi que le récit de l'exécution de la carte, dans l'attachante *Notice historique sur la Carte de Ferraris*, publiée en 1843 par le savant archiviste général Gachard (3). Le lieutenant-colonel Hennequin, directeur de l'Institut cartographique militaire, a donné sur le même sujet, en 1891,

(1) On sait que la *planchette* est un instrument de géodésie et de cartographie, qui sert à lever les plans par la méthode des intersections de lignes de visée. Il est constitué d'une planche rectangulaire, mince et bien plane — une planche à dessin — d'environ deux pieds de côté (ordinairement. $0^m,60$ sur $0^m,50$), que l'on fait supporter par un pied à trois branches, par le moyen d'un genou à coquille ; on peut soit la maintenir horizontale, soit lui donner toutes les positions et inclinaisons qu'on voudra. D'ordinaire, on munit la planchette d'une boussole et d'un niveau d'eau. Le papier est fixé et tendu sur la planche, et une règle, ou alidade, garnie de pinnules à ses deux extrémités, permet d'effectuer les visées et de tracer les lignes suivant les visées.

(2) Ferraris note que 500 florins d'Allemagne valaient 700 florins de Brabant. On sait que, depuis 1755, le florin de Brabant valait $1^{fr},81$ de notre monnaie : le florin d'Allemagne valait donc un peu plus de $2^{fr},53$ et les 12 000 florins d'Allemagne valaient un peu plus de 30 400 francs.

(3) Nouveaux Mémoires de l'Acad. roy. de Bruxelles, in-quarto, t. XVI, 1843 ; la Notice et ses pièces justificatives occupent 57 pages.

une *Étude historique*, documentée et fort instructive, écrite avec une compétence toute spéciale (1).

Vivement recommandées par le comte de Cobenzl, — et ce fut l'un des derniers actes de ce ministre, que venait de frapper la maladie qui le conduisit au tombeau, — étudiées et louées sans réserve par le comte de Nény, chef et président du Conseil privé, à Bruxelles, les propositions de Ferraris furent puissamment appuyées par le prince de Lorraine auprès de Marie-Thérèse. L'impératrice avait en haute estime et même en affection le général Ferraris : c'est au dévouement et au talent de cet officier lorrain qu'elle confiera un jour, en 1778, le soin de guider à l'armée l'archiduc Maximilien, son fils chéri. Elle agréa aussitôt le projet et l'approuva jusque dans ses détails. Cependant l'autorisation officielle et définitive subit quelque retard. Le prince de Kaunitz, chancelier de Cour et d'État, toujours anxieux de la fâcheuse « situation des royales finances », faisait grande difficulté et multipliait les obstacles. Ce ne fut que le 11 août 1770 que, le prince Charles de Lorraine étant venu de Bruxelles à Vienne pour les affaires de son gouvernement des Pays-Bas, et l'empereur Joseph II (2) ainsi que le Conseil aulique de guerre joignant leurs instances aux siennes, Marie-Thérèse passa par dessus les résistances de son chancelier. Ce jour-là, étant venue dîner et passer l'après-midi chez son beau-frère, elle

(1) É. Hennequin, *Étude historique sur l'exécution de la carte de Ferraris et sur l'évolution de la cartographie en Belgique depuis Mercator jusque dans ces derniers temps*, dans le Bulletin de la Société royale belge de Géographie, t. XV, 1891, pp. 177-296 et 472-475.

(2) Joseph II portait le titre d'empereur depuis la mort de François Ier, son père, en 1765 ; mais son autorité, du vivant de Marie-Thérèse, n'était guère effective. L'Impératrice-Reine, qui durant les quarante années de son propre règne (1740-1780) gouverna très personnellement ses vastes états, ne laissa guère à Joseph II, comme héritage de son père, elle vivante, que le titre d'empereur et le seul commandement des armées.

écrivit ces mots de sa main en marge de la note que lui soumettait le prince de Lorraine : « Quoy que je crains » que cela ira, pour le tems et la somme destinée, plus » loing, je veux pourtant acquiescer sous la direction du » prince à ce bel et utile ouvrage (1). »

Ferraris se mit au labeur. Dès le 22 février 1771, il adressait à Marie-Thérèse la première « feuille du Cabi- » net », prémices de son œuvre : c'était la feuille de « Malines et ses environs ».

Ferraris parvint à réaliser de point en point tout son programme, sauf que la durée de ses travaux et leurs frais dépassèrent toute prévision. Du reste, établir la grande carte des Pays-Bas Autrichiens et régions voisines au 11 520me, revient presque à effectuer le levé cadastral de ces contrées (2). Quant à la gravure sur cuivre des vingt-cinq feuilles de la carte au 86 400me, ce fut un immense et très coûteux labeur (la gravure sur pierre n'existait pas encore) ; Ferraris employa jusqu'à vingt

(1) Kaunitz regimba encore, et il réussit pendant quelque temps à mettre barre en roue, quand il s'agit de faire solder les subsides. Gachard (*Notice* citée, pp. 11 et suiv.) et Hennequin (*Étude* citée, pp. 193 et suiv.) font le curieux récit des difficultés qui surgirent en cette affaire entre la souveraine et son chancelier : celui-ci toujours respectueux, mais ne cédant que pas à pas, quand il cédait, et celle-là d'esprit large et élevé, mais ne s'écartant jamais volontiers des voies administratives. Bon nombre des documents cités par Gachard et par Hennequin appartiennent aux Archives générales du Royaume, à Bruxelles.

(2) Quand Philippe Van der Maelen effectua, de 1837 à 1853, la première carte de notre pays qui l'emportât sur celle de Ferraris, la *Carte Topographique de la Belgique, à l'échelle de* 1 *à* 80 000, en vingt-cinq feuilles, gravée sur pierre, il eut l'immense avantage de pouvoir baser son travail sur le levé cadastral au 2 500me, qu'avait organisé le gouvernement des Pays-Bas et qu'avait excellemment dirigé l'habile Lipkens. Le levé de chaque commune avait été fait à part, et reposait sur les points trigonométriques de petites triangulations cantonales, calculées par les procédés de la géométrie plane et déduites de bases à la chaîne de plusieurs kilomètres. Voyez J. C. Houzeau, *Notice sur Ph. Van der Maelen*, dans l'ANNUAIRE DE L'ACAD. ROY. DE BELG., 1873, pp. 109-147.

graveurs, dont plusieurs étaient du nombre des artistes de Paris les plus distingués en ce genre. Ajoutons que Ferraris, dans les divers voyages qu'il fit à Versailles, afin d'y prendre inspection des cartes et plans des Pays-Bas conservés au Dépôt de la Guerre, eut beau être excellemment accueilli par le général de Vaux, directeur de ce Dépôt : il n'y trouva, contre son attente, que fort peu de documents, et notamment on n'y possédait rien sur le Limbourg, ni sur le Luxembourg, ni sur le pays de Liége (1). Il fallut demander des sursis à Vienne pour la date d'achèvement de la carte et de nouveaux subsides. Marie-Thérèse avait l'âme haute et généreuse : elle soutint jusqu'au bout l'effort de son dévoué et vaillant officier.

Parmi les principales traverses rencontrées, il y eut les difficultés diplomatiques, surtout quand il fallut, sous la réserve de ne léser les droits d'aucun et de laisser non dirimé tout litige existant, marquer sur les cartes les limites, frontières, enclaves et appartenances des puissances voisines. La vérification des frontières fut, sinon la plus dispendieuse, du moins la plus laborieuse et la plus délicate des opérations, malgré les bonnes dispositions de plusieurs des princes et seigneurs de ces terres ; par exemple, du prince-évêque de Liége et du

(1) Gachard, ouvr. cité, pp. 16-17. Voy. *ibid.* la liste des dix cartes, dont le gouvernement français envoya des copies à Ferraris. — Le *Dépôt de la guerre* avait été créé en 1688 par le Ministre Louvois, sous le nom d'*Archives du Ministère*, et logé dans un grenier du Château de Versailles : on y déposait les plans de campagne, les mémoires et dessins des guerres anciennes et modernes, les correspondances des généraux, etc. Transporté à l'Hôtel des Invalides au début du XVIIIe siècle, il fut réinstallé en 1761 à Versailles, en un local préparé pour lui et où Ferraris le visita ; il reçut alors le nom de *Dépôt des cartes*, et on lui rattacha le corps des ingénieurs-hydrographes. Un règlement, dû à Carnot, le réorganisa le 25 avril 1792. Nous avons dit comment, en 1887, il cessa d'exister, remplacé pour une partie de ses attributions par le Service géographique de l'Armée.

prince-abbé de Stavelot et Malmédy : ceux-ci furent imités aussitôt par l'abbesse de Thorn et par le comte d'Aspremont de Lynden, qui accordèrent de bonne grâce, l'une, qu'on levât la carte de sa petite principauté de Thorn, l'autre, qu'on levât celle de son comté de Reckheim, terres toutes deux comme enclavées dans les Pays-Bas. Moins accommodants furent, pour ne nommer que ceux-là, les agents du duc de Bouillon. Souvent les revendications de souveraineté sur les terrains limitrophes étaient questions fort brûlantes : telles terres relevaient-elles des Pays-Bas ou bien de l'Empire, ou de Liége, ou de la Hollande ? Un *Avis*, imprimé en tête de la Carte chorographique, porta finalement que les erreurs, « qui se seraient glissées relativement à quelques parties » de la Frontière, ne pourront, dans aucun tems, porter » préjudice aux droits ou aux prétentions de Sa Majesté » ni aux droits ou aux prétentions des États Voisins ».

Grâce aux interventions personnelles et fréquentes du prince de Lorraine et de Marie-Thérèse elle-même, l'entreprise ne cessa de se poursuivre. Du reste, à Vienne comme à Bruxelles, on nourrissait le désir de voir Ferraris réaliser une œuvre qui surpassât en perfection la Carte de France, carte assez proche de son achèvement et déjà fameuse.

Au travers de ces obstacles, l'activité de Ferraris fut prodigieuse. Une pièce, signée par Ferraris le 2 décembre 1774 (1), et qui confirme une convention signée par lui à Vienne « au pied du Trône » le 3 mars précédent, nous montre qu'à la fin de cette année, il avait achevé et livré 120 des 275 feuilles de la Carte du Cabinet, en deux exemplaires, l'un pour Vienne, l'autre pour Bruxelles. Il observe que la chancellerie d'État, à Vienne, venant d'exiger un troisième exemplaire de cette Carte du Cabinet, destiné au Département aulique, il a été convenu

(1) Archives générales du Royaume, endroit cité.

que, le dessin et le parfait achèvement d'une telle carte exigeant un énorme et fort coûteux ouvrage, il se contentera de fournir au chancelier Kaunitz « un exemplaire » complet des feuilles originales, dites *feuilles des plan-* » *chettes,* qu'il rendra aussi intelligibles que les cartes qui » ont pour elles l'agrément du dessin », mais il ne livrera ces feuilles au chancelier qu'après le complet achèvement de la carte destinée au public, ces feuilles des planchettes devant servir à la vérification de tous les détails sur la carte gravée.

A ce propos, disons que la planchette fournissait, à chaque opération, le levé, au 11 520me, d'un terrain d'une lieue carrée. L'ensemble des Pays-Bas autrichiens, y compris les enclaves étrangères et les terres limitrophes, couvrait 4 250 lieues carrées et exigea donc le lever de 4 250 feuilles des planchettes (1).

Les opérations géodésiques furent achevées vers la fin de 1774, sauf pour certaines régions spéciales. Il restait sans doute à compléter ces travaux trigonométriques par de nombreux levés à la planchette. Si la triangulation géodésique offre prise à la critique, on notera, avec le général Nerenburger, que l'invention du cercle répétiteur par Borda, faite en 1778, ne permit que plus tard aux méthodes d'observation d'atteindre cette merveilleuse exactitude qui ouvrit pour la géodésie une ère nouvelle, datée des beaux travaux (1792-1800) de Delambre et Méchain. Du reste, pour la partie occidentale du pays, les triangulations faites par Cassini, vingt-cinq ans auparavant, n'avaient fourni à Ferraris qu'un certain nombre de points de repère. La triangulation de

(1) Il s'agit de la lieue carrée française, ou du carré de 2 000 toises (ou 3^{km}.898) de côté. La Carte du Cabinet se composait de 275 feuilles, chacune représentant un terrain de 5 1/3 lieues de longueur sur 3 1/3 de largeur, fourni par 17 7/9 feuilles des planchettes. La carte gravée, au 86 400me, s'obtenait par une réduction de l'échelle, ou, comme on disait, du *point*, des feuilles des planchettes.

Snellius, au début du siècle précédent, la première qui ait été faite sur le continent, n'avait poussé dans le nord de la Belgique que quelques triangles. A l'est de la Sambre et de la Meuse, comme aussi sur le plateau central circonscrit par Louvain, Tirlemont, Hannut, Gembloux, Nivelles et Bruxelles, Ferraris s'était contenté d'assemblages à la planchette, bien insuffisants lorsqu'il s'agit de vastes régions et surtout de provinces entières. Quoi qu'il en fût, la carte de Ferraris, au 86 400me, resta pendant près de trois quarts de siècle la seule représentation topographique de valeur de nos contrées (1).

De 1775 à 1777, Ferraris s'employa à poursuivre le dessin de la grande Carte du Cabinet, en deux exemplaires, et surtout à faire graver la « Petite Carte ». On appelait « Petite Carte » la carte gravée, destinée au public, bien que les 25 feuilles de cette carte au 86 400me, juxtaposées et dressées contre une muraille, forment un rectangle de près de 4 mètres de longueur sur 3 mètres de hauteur ; la Carte du Cabinet, au 11 520me, en 275 très grandes feuilles, offre une surface 56 fois 1/4 plus étendue. Le papier avait été commandé par Ferraris dans les usines de notre pays même, longtemps à l'avance, l'impression de la gravure étant meilleure, disait-il, sur du papier un peu vieilli ; le coût de ce papier, tant

(1) Au sujet de la valeur scientifique de la carte de Ferraris, voyez le Mémoire cité de Nerenburger, directeur du Dépôt de la guerre, à Bruxelles, de 1845 à 1869, *Sur les triangulations qui ont eu lieu en Belgique avant* 1830, pp. 436-441, et Hennequin, *Étude* citée. Voyez aussi la *Notice sur G.-A. Nerenburger* par Liagre, dans l'Annuaire de l'Acad. roy., 1871, pp. 369-389, notamment p. 373. Houzeau, à qui nous empruntons en partie cette critique de la carte (*Notice sur Ph. Van der Maelen*, p. 120), observe que Van der Maelen lui-même, en 1831, trouva que le premier service à rendre à la cartographie belge, en attendant que la triangulation de nos provinces se complétât, était de rééditer, telle qu'elle avait paru soixante ans auparavant, la carte de Ferraris, devenue d'une excessive rareté. Cette réédition (1831-1832), faite par la gravure sur pierre, fut l'une des premières œuvres sorties de son célèbre Établissement géographique.

pour le dessin que pour la gravure, s'éleva jusqu'en 1778 à près de 10 000 florins courants de Brabant (ce florin valait 1 fr.,81). Ferraris avait monté à Malines un atelier de gravure, où il employait douze à vingt graveurs, et il avait établi à Bruxelles une imprimerie ; parmi les graveurs de mérite, qu'il avait appelés de l'étranger, nommons Antoine Tardieu, qu'il fit venir dès 1773, jeune encore, mais appartenant à une famille d'artistes. La gravure de la carte demanda cinq ans de travail et coûta 35 000 florins.

La carte chorographique ou carte marchande, au 86 400me, fut achevée en 1777. On la composa, non de 17 feuilles, mais de 25 feuilles, afin que l'ensemble fût rectangulaire ; la plupart sont de 56 centimètres de hauteur sur 90 centimètres de largeur. Le blanc laissé par la partie géographique est occupé, à l'angle sud-ouest, par un très beau plan de Bruxelles et ses environs, qui forme une feuille à lui seul (56 cm. sur 90 cm.), et, en ce même angle, par divers superbes cartouches. L'un de ces cartouches, qui forme aussi une feuille entière, sert de frontispice à l'atlas constitué par les vingt-cinq feuilles : c'est un dessin dû à Eisen et gravé par l'artiste parisien J.-B. Patas, où nous est mise sous les yeux la solennelle présentation, à la date du « 10 dé- » cembre 1777 », de la carte chorographique à l'empereur Joseph II par le général Ferraris, accompagné de cinq jeunes officiers, ses aides durant les sept années de labeurs : les trois principaux sont les capitaines Cogeur et Gillis et le lieutenant Wirtz, qui conduisirent le long travail ; le riche et pittoresque tableau s'encadre de sujets allégoriques, savamment étudiés, mais extrêmement gracieux et très vivants, et le fond nous déroule une scène de stratégie. — La carte, composée des vingt-cinq feuilles, fut mise en vente en avril 1778 : le prix fut de quatre louis d'or, l'exemplaire en noir, et de cinq louis et demi, l'exemplaire colorié (le louis d'or valait 23 fr.,70).

De nombreux exemplaires furent distribués en service, c'est-à-dire aux frais des administrations, à divers fonctionnaires.

La dépense totale de l'entreprise de Ferraris s'éleva, selon son appréciation, à 272 000 florins de Brabant. Si, pour tenir compte de la valeur relative de l'argent, on évalue le florin d'alors à quatre francs de notre monnaie, prise suivant son cours d'avant 1914, on peut dire que les labeurs et dépenses entraînés par cette entreprise coûteraient à nos contemporains, s'ils les renouvelaient, une somme (en francs d'avant la guerre allemande) de plus d'un million de francs. Les deux tiers de la dépense furent couverts par le gouvernement, d'après les ordres de Marie-Thérèse, ou plus exactement par la « caisse des finances belges » (1).

(1) On espérait que la vente des cartes gravées couvrirait le surcroît des débours de Ferraris ; mais cette vente fut loin d'être pour Ferraris, à qui les cuivres appartenaient, une opération lucrative. Voy. Hennequin, ouvr. cité, pp. 214-215 et 275. — L'archiviste général Gachard récapitule ainsi, en sa *Notice* citée (p. 30), les sommes payées en diverses fois à Ferraris : Il avait reçu en 1771 et 1772, 16 800 florins de Brabant ; en 1774, 28 000 florins ; en 1778, 24 000 florins ; il reçut en 1779, 40 000 florins ; on y ajoute les frais de logement des sujets du corps d'artillerie, qui furent employés aux opérations trigonométriques de 1771 à 1774, frais qui atteignirent 25 439 florins. « On trouve, conclut-il, que le trésor des Pays-Bas » Autrichiens contribua, dans les frais, pour 134 239 florins de Brabant. » Or, dès 1778, Ferraris estimait que la dépense totale s'élèverait à 272 000 florins ; et quant aux cuivres de la carte gravée, qui lui étaient laissés en propriété, il évaluait, dans son *Mémoire* de 1769 au prince de Lorraine, que « l'on pourrait tout au plus » espérer d'imprimer 1500 exemplaires avec une planche gravée ». Il ne semble pas que l'ensemble des tirages ait fort dépassé ce nombre d'exemplaires. Ferraris dut donc éprouver, du chef de l'exécution et de la publication de sa carte, de fortes pertes d'argent. Ce préjudice et aussi la perte qu'il fit plus tard de ses considérables propriétés en Lorraine et en Belgique, furent compensées par l'empereur François Ier, en 1795, qui lui donna (d'après von Wurzbach, *Biographisches Lexikon*, t. IV, 1858) l'usufruit, transmisible à sa fille, du domaine de Saint-Hubert, dans le comté de Toronthal, en Hongrie.

La carte fut appréciée de bonne heure à sa valeur vraie. Cassini lui-même, dans la relation de son *Voyage en Allemagne*, publiée en 1775, ayant vu l'année précédente l'entreprise, alors en pleine activité, du général Ferraris, ne ménage point « son admiration » et déclare que « ces cartes des Pays-Bas, par l'exactitude et la » représentation du pays, surpassent tout ce qui a paru » en ce genre » (1). Les officiers français de cette époque parlent de même et trouvent l'œuvre belge supérieure à la Carte de France, par la beauté de l'exécution. L'œuvre constituait donc véritablement l'un des plus beaux monuments de la science et de l'art belges, dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, et, il faut le dire, de l'influence scientifique et artistique française en nos régions pendant cette période.

A l'heure présente, si l'atlas de Ferraris, devenu par malheur une rareté bibliographique, du moins en son édition originale, a perdu sa première valeur militaire, il conserve une inestimable valeur historique et, au surplus, une très haute valeur topographique. Il reste un inappréciable outil de travail pour celui qui se livre à l'étude de quelque événement du XVIIIe siècle, ou même d'un siècle plus éloigné : l'atlas ne manque guère de lui apporter une aide en son labeur et des lumières en ses problèmes. Que de fois il a permis, à ceux que passionnent les recherches historiques, de retrouver, par exemple, les traces des anciennes limites de nos vieux « pays », — ces dérivés des antiques *pagi*, — qui étaient (comme s'exprime un de ces chercheurs) si vivants et si prospères, avant que les Ducs de Bourgogne, puis la Révolution, puis le régime napoléonien eussent tout centralisé, tout égalisé, tout transformé en nos Provinces Belgiques. Nous

(1) La page entière de Cassini mériterait d'être reproduite ; Nerenburger l'a donnée dans les BULL. DE L'ACAD. ROY., 1856, t. I, pp. 438-439 : elle est tirée du Discours préliminaire du *Voyage en Allemagne*.

renvoyons volontiers à la magistrale *Étude* précitée du général Hennequin, le lecteur désireux d'une analyse scientifique des mérites de l'œuvre de Ferraris. Il y verra la place exacte de cette œuvre dans l'évolution de la cartographie belge. Il aimera, de plus, d'y voir rappeler que les travaux de l'infatigable cartographe belge Ph. Van der Maelen (1795-1869), aujourd'hui trop oubliés des uns, trop peu estimés des autres, furent le trait d'union entre la cartographie du XVIIIe siècle, personnifiée en Ferraris, et la cartographie officielle, digne de toute admiration, des officiers de l'armée belge.

Marie-Thérèse dut être satisfaite de la façon dont le général Ferraris et ses élèves de l'École de Mathématiques avaient réalisé son désir. Du reste, les Belges avaient le droit d'être exigeants et, si l'officier de Marie-Thérèse voulait doter leurs provinces d'une carte chorographique, ils pouvaient la demander presque parfaite. Nos Pays-Bas n'étaient-ils pas, en effet, la terre classique, j'allais dire la patrie, de la cartographie et de la géographie scientifiques, basées sur des principes rationnels et mathématiques et sur des faits positifs, résurrections de deux sciences chères aux Grecs de l'antiquité, mais trop oubliées ? Le plus illustre devancier de Ferraris fut notre compatriote Mercator (Gérard De Cremer, né à Rupelmonde, 1512-1594), « père de la géographie moderne », au témoignage de Maltebrun, et auteur de la plus ancienne des cartes topographiques, c'est-à-dire à grande échelle, de notre pays : la merveilleuse *Exactissima Flandriae descriptio.* Savant et habile disciple du professeur de cosmographie de l'Université de Louvain, Gemma Frisius, dont il utilisa, pour certains levers partiels, les méthodes de triangulation, Mercator dressa et dessina en trois ans à peine, à la sollicitation des marchands flamands, cette carte monumentale de la Flandre, telle que l'avait délimitée la paix de Cambrai : de la mer du Nord à la Scarpe et de Calais à Anvers. Dédiée à

l'empereur Charles-Quint, elle parut simultanément à Anvers, à Gand et à Louvain, en 1540. On la croyait perdue, mais un heureux exemplaire fut retrouvé fortuitement à Malines en 1876 et acquis par la ville d'Anvers, qui le déposa religieusement au Musée Plantin-Moretus : il est composé de quatre feuilles et mesure $1^{m},10$ sur $0^{m},81$ dans l'intérieur du cadre ; la ville d'Anvers en fit exécuter en 1882 des copies phototypiques. Elle est à fort peu près à l'échelle du 166 000me, échelle bien voisine de celle de la carte de Belgique de l'Institut cartographique militaire gravée en 1859 au 160 000me et si souvent rééditée depuis lors.

Les origines et les progrès de la cartographie belge constituent un intéressant et glorieux chapitre de l'histoire scientifique de notre pays. Ce chapitre a été écrit, il y a vingt-cinq ans, en ce qui concerne le siècle de Mercator, par le général Wauwermans : c'est le beau livre intitulé *Histoire de l'École cartographique belge et anversoise du XVIe siècle* (1). Sous les yeux du lecteur se succèdent — nous ne citons que des noms qui dominent tous les autres — Gemma Frisius, le savant professeur de notre Université, « grand médecin et plus » excellent mathématicien », comme s'exprime de Guicciardin (2) ; — Jacques de Deventer, qui se fixa à Malines

(1) Bruxelles, 1895, deux volumes in-4°.

(2) Éclipsé par son incomparable élève Gérard Mercator, Gemma Frisius (1508-1555) présente cependant à l'admiration de la postérité deux titres incontestables, — « deux traits de génie qui font » époque », écrivait naguère ici-même le P. H. Bosmans. — L'un est la solution du problème de la détermination des longitudes en mer, problème qui tourmentait tous les navigateurs : sa méthode publiée en 1530 et qui a définitivement prévalu, consiste dans l'emploi des montres portatives, qui conservent sur le vaisseau l'heure du port d'embarquement. Le second est le procédé, qu'il indiqua en 1533, pour lever la carte d'un pays : on couvre le pays d'un réseau de vastes triangles, ayant pour sommets les flèches de hautes églises ou des sommités très en vue ; Snellius, en son *Eratosthènes Batavus* (Leyde, 1617), perfectionnera le procédé en y ajoutant la mesure directe d'une base, mais « l'idée-mère de toutes les trian-

et mourut en 1575, en achevant de publier, en trois volumes, sa collection de 250 plans de villes des Pays-Bas ; — le grand Mercator, qui débuta à Louvain en y ouvrant une *officine de géographie* : les élèves de l'Université admirèrent son habileté manuelle dans le double métier de fabricant d'instruments de Mathématiques et de graveur de cartes ; — Abraham Ortelius, dont le *Theatrum orbis terrarum*, dédié à Philippe II, parut en 1570 et eut dès le vivant de l'auteur vingt-cinq éditions malgré son coût élevé ; — Gérard de Jode (Gerardus de Iudaeis), que nous trouvons inscrit en 1547 à la gilde de Saint-Luc, à Anvers, en qualité de « graveur et mar- » chand d'estampes », en la même année où Ortelius y était inscrit comme « enlumineur de cartes », et qui forma en son fils aîné, Corneille de Jode, un graveur de cartes et de mappemondes inoublié : au XVIe siècle, les géographes et cartographes belges étaient souvent aussi renommés dans l'art de la gravure que dans la science ; — enfin Simon Stevin (1548-1635), la gloire scientifique de la ville de Bruges, illustre par sa science si personnelle à la fois et si érudite, si vaste et souvent si profonde : de nombreux passages de sa *Cosmographie* en six livres intéressent vivement l'histoire de la géographie.

» gulations modernes » est bien de Gemma. Le professeur Ferd. van Ortroy a réussi à dresser la *Bio-Bibliographie de Gemma Frisius* (MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, in-8°, 1920, 118 pp.), analysée dans la présente Revue, en avril 1921, par le P. H. Bosmans. — Ami d'André Vésale, Gemma professait la médecine à l'Université de Louvain et contribua à y réorganiser cet enseignement ; une lettre de Gemma (à Ditiscus, 1541), publiée par F. van Ortroy, le montre soucieux de prodiguer aux pauvres et aux humbles une science et une habileté hautement estimées des riches et des grands. Mathématicien, il ouvrit en 1543 un cours de Géométrie et d'Astronomie, cours privé, donné sans doute en sa maison ; en 1563, les États de Brabant fondèrent à l'Université de Louvain, illustrée par ces leçons privées, une chaire publique de Mathématiques, où Stadius, Adrien Romain et Sturmius apportèrent l'éclat de leur enseignement.

Mais il est temps de revenir à Ferraris et à sa carte des Pays-Bas autrichiens. Nous dirons donc que la carte de Flandre de Mercator, en 1540, et la carte chorographique de Ferraris, en 1777, constituent les deux plus remarquables précurseurs des splendides et très exactes cartes officielles, toujours plus parfaites, que le Dépôt de la Guerre, créé à Bruxelles dès 1831, et l'Institut cartographique militaire, créé en 1878 pour continuer ce labeur (1), ne cessent de nous fournir.

Reprenons, pour l'achever, l'histoire de l'œuvre de Ferraris.

Une pièce de nos Archives générales du Royaume (2), signée par le « Comte Ferraris, Lieutenant-Général », à la date du 17 août 1780, nous offre cet *État* des cartes et documents remis par lui au Gouvernement général à Bruxelles : « 275 feuilles de Cabinet, formant la carte » topographique complète des Pays-Bas Autrichiens, y » compris les principautés de Liége et de Stavelot ; *plus* » quinze petits Tableaux servans à former l'arrangement » de ces 275 feuilles; *plus* douze Mémoires [manuscrits] » relatifs aux dites feuilles ; *plus* sept Tableaux historiques » et chronologiques des camps, batailles, sièges et autres » faits militaires qui ont eu lieu sur le terrein représenté » par les mêmes 275 feuilles. » Le comte de Nény fit déposer ces objets en 1783 dans un des locaux de la Jointe des terres contestées, après avoir fait confectionner des caisses où les cartes et documents furent placés dans l'ordre indiqué par Ferraris. Il y eut sept caisses, en bois de chêne, avec serrures et munies de manottes de fer en vue des cas de transport ; chacune portait, en grands caractères à l'encre de Chine, l'indication des cartes ou documents qu'elle contenait. Une huitième caisse reçut les

(1) Le Dépôt de la guerre a été créé à Bruxelles par arrêté du Gouvernement provisoire du 26 janvier 1831 ; l'Institut cartographique militaire a été créé par décret du 30 juillet 1878.

(2) Secrétairerie d'État et de Guerre, n° 2273.

cartes de rectification formées par Ferraris en complétant son ouvrage.

Mais les jours du régime autrichien en nos provinces étaient comptés (1). Dans l'hiver de 1792 à 1793, les troupes de la République française envahissaient nos contrées. Après la bataille de Jemappes (6 novembre 1792), le gouvernement autrichien se retira en Allemagne, en se faisant suivre d'une grande partie de ses archives. Les huit caisses de cartes et de documents de Ferraris furent de cet exode et s'arrêtèrent d'abord à Wesel ; elles furent dirigées en février 1793 sur Cologne, et un voyage final les fit plus tard aboutir à Vienne : elles y rejoignaient la première carte du Cabinet, dessinée pour Marie-Thérèse et Joseph II, et l'Atlas des « feuilles des planchettes », envoyé au chancelier, le prince de Kaunitz.

A défaut de la Carte du Cabinet, qui leur échappait, la « carte gravée », au 86 400me, fut on ne peut plus prisée par les chefs des armées de la République. De bonne heure, les officiers français eurent la main heureuse et découvrirent, à Bruxelles, un dépôt de plus de quatre cents atlas complets : c'était le dépôt même de Ferraris. Il y eut plus d'une fois des ordres de réquisition de « la belle carte de Ferraris », et même, dit Gachard, sous peine de mort contre qui la recélerait. Dès le début de la seconde occupation des Pays-Bas (1794), les soldats français découvrirent, à Bruxelles encore, enterré dans un caveau, chez un nommé Joseph Dochez, imprimeur en taille-douce, les cuivres de la carte gravée, qui étaient la propriété personnelle de Ferraris (2). Ces cui-

(1) Au sujet des faits qu'il nous reste à raconter, voyez Berthaut, ouvr. cité, *passim*, et les sources qu'il cite, notamment le *Mémorial du Dépôt de la guerre ;* voyez aussi Gachard et Hennequin, ouvrages cités, et une précieuse contribution d'Alb. Tiberghien, *Note sur la Carte de Ferraris* (12 pp. in-8°), parmi les travaux du Congrès d'Hist. et d'Archéol. de Liége, d'août 1905.

(2) D'après Hennequin (p. 214), les autorités françaises trouvèrent, joint à ces cuivres, « un exemplaire de la carte du Cabinet ».

vres furent aussitôt envoyés à Paris et un décret de la Convention nationale, dans la séance du 4 fructidor an II (21 août 1794), ordonna que ces planches, — le rapporteur désignait ainsi les cuivres, — de la Carte générale de Belgique fussent jointes à celle de la Carte de France de Cassini, et confiées comme elle au Dépôt général de la guerre (1). Les officiers du Dépôt utilisèrent fréquemment les cuivres de Ferraris pour de nouveaux tirages. A plusieurs reprises, — à partir, semble-t-il, de 1798, — ils « retouchèrent » les cuivres avant de procéder au tirage, d'après les indications des ingénieurs-géographes, notamment en 1809. Tantôt la « carte de la » ci-devant Belgique » était livrée en vente au public, tantôt elle n'était cédée qu'aux officiers (2). Lorsque les Alliés, en 1814, refoulèrent les Français, on vit les officiers des armées alliées rechercher à leur tour la carte de Ferraris, et tels d'entre eux en payer l'exemplaire jusqu'à 600 francs. Aux Cent-Jours, le service topographique de l'armée fit suivre les troupes d'un fourgon à deux chevaux approvisionné des cartes tant de Cassini que de Ferraris : ce fut donc sur la Carte de Ferraris que Napoléon combina les mouvements de ses troupes, quand se déroulèrent sur les champs de bataille de Ligny et de Waterloo les luttes suprêmes.

Au temps actuel, les exemplaires de la carte chorographique sont vraiment rares en notre pays, surtout

(1) En 1793, la Convention nationale avait fait envoyer au Dépôt de la guerre cette Carte de la France, en 180 feuilles, que Jacques-Dominique Cassini, ou Cassini IV, avait achevée et dont il avait fait hommage à l'Assemblée Constituante en sa séance du 13 octobre 1789 ; la Convention avait fait verser également, en 1793, au même Dépôt plus de cent mille cartes provenant des établissements religieux supprimés.

(2) En 1797, peu après le traité de Campo-Formio, et en 1802, après le traité de Lunéville, le général Ferraris essaya de rentrer en possession des cuivres de sa carte, en les réclamant auprès du gouvernement français, mais ses réclamations échouèrent. Voy. Berthaut. ouvr. cité. t. I pp. 260-262.

ceux du tout premier tirage, reconnaissables au plan de la ville de Bruxelles (planche 21e), où le quartier de la Place Royale, en construction en 1777, se montre inachevé. La carte de Ferraris servit de base ou de modèle à plusieurs cartes postérieures, publiées en France, en Allemagne, en Angleterre et en Belgique (1). Nous avons déjà dit qu'en 1832, Van der Maelen a préludé à ses travaux personnels en rééditant, à égale grandeur, en gravure sur pierre, cette carte au 86 400me de Ferraris.

Avant de prendre congé de Ferraris et de son œuvre, disons qu'à la Révolution brabançonne, le général autrichien d'Alton ayant évacué Bruxelles (12 décembre 1789), Joseph II confia au général Ferraris le commandement des troupes aux Pays-Bas. Sans souscrire aux panégyriques que lui consacrent les plumes autrichiennes, louons dans ce général ennemi l'esprit de loyauté et de modération qu'il aima à témoigner aux Belges (2). Il mourut à Vienne le 1er Avril 1814, élevé depuis 1807 au grade de feld maréchal. De son mariage en 1780 avec une fille du duc d'Ursel, il laissa une fille, la comtesse Zichy-Ferraris (3).

En 1816, la comtesse Zichy-Ferraris, appuyée par le prince de Metternich, adressa au gouvernement français une « demande en restitution » des cuivres de la carte. Le gouvernement autrichien, consulté, n'y fit pas

(1) Voy. A. Tiberghien, *Note sur la C. de F.*, pp. 1-3.

(2) Voy. Dewez, *Hist. générale de la Belgique*, t. 7 (1807), p. 20.

(3) Unique enfant du général Ferraris, née en 1780 et décédée en 1866. C'est par erreur qu'un court et excellent article de la *Grande Encyclopédie* de Lamirault, signé des initiales très estimées E. H., dit qu'un fils de Ferraris fut diplomate autrichien et signa le traité de Campo-Formio en 1797 : ce traité fut signé au nom de l'Autriche par Louis de Cobenzl, fils de l'ancien ministre plénipotentiaire de Marie-Thérèse aux Pays-Bas ; le rôle de ce diplomate, L. de Cobenzl, à Campo-Formio et à Lunéville a été raconté par H. von Sybel dans sa grande *Histoire de l'Europe pendant la Révolution française*.

opposition, et la restitution s'accomplit (1) : c'était d'une courtoisie et d'une loyauté rares, le gouvernement français semblant oublier que le général Ferraris avait commandé, en 1793, les troupes autrichiennes dans la guerre contre la France. De son côté, l'empereur d'Autriche prescrivit au directeur des Archives de guerre de Vienne, de donner à la fille de Ferraris l'*Original de la Carte du Cabinet :* l'ordre fut exécuté le 22 mars 1817. Nous croyons que l'exemplaire donné à la comtesse consistait dans les « feuilles des planchettes », autrefois livrées par Ferraris au prince de Kaunitz : les Archives de guerre possèdent, aujourd'hui, en effet, uniquement « deux exemplaires dessinés, de cette carte ». A son tour, la comtesse Zichy-Ferraris, sachant combien ces objets intéressaient les Belges, les renvoya à Bruxelles : elle les céda à notre gouvernement, qui était le gouvernement belgo-hollandais, au prix de 63 000 francs. En 1830, le gouvernement néerlandais conserva ces objets, pourtant payés, semble-t-il, par les finances hollando-belges.

Les finances belges ont supporté les frais de l'œuvre de Ferraris. Néanmoins, notre pays ne possède ni les cuivres de la carte gravée : ils sont en Hollande ; ni aucun des deux exemplaires de l'immense Carte du Cabinet manuscrite : ils sont en Autriche.

Cependant, au traité de Campo-Formio (2), qui transféra de l'Autriche à la France les provinces belges, l'Autriche s'obligea à restituer à la France les archives qu'elle avait emportées de Bruxelles à Vienne. A Paris,

(1) Berthaut, ouvr. cité, t. II, p. 323. La comtesse offrait, du reste, de les abandonner au Dépôt de la guerre français, moyennant une indemnité de 500 000 francs ; la somme parut hors de toute proportion. — Les officiers du Dépôt de la guerre eurent soin, avant de restituer les cuivres à la comtesse, d'approvisionner d'exemplaires de la carte leur Dépôt, en effectuant un dernier tirage.

(2) Signé le 17 octobre 1797, confirmé et complété par le traité de Lunéville le 9 février 1801.

observe Gachard, on n'avait nulle idée de leur nature et de leur importance : on reçut les papiers qu'il plut à la chancellerie autrichienne de renvoyer, mais les cartes et documents de Ferraris ne furent point rendus. En 1844, le gouvernement belge réclama du gouvernement de Vienne une des deux Cartes du Cabinet : on éluda sa réclamation.

En novembre de la même année 1844, notre gouvernement s'adressa au gouvernement hollandais : l'article 13e du traité du 19 avril 1839 assurait à la Belgique l'extradition des archives, cartes, plans et documents quelconques, concernant son administration. La Haye repoussa nos prétentions (1). — Nous fûmes plus heureux quinze ans plus tard. Une négociation par voie diplomatique nous obtint, en 1859, un précieux exemplaire de la *Carte au* 11 520me, qui prit place aussitôt dans les collections du Dépôt de la guerre, aujourd'hui l'Institut cartographique militaire. M. le colonel Seligman, Directeur de l'Institut cartographique, nous a aimablement admis à examiner cette pièce, et nous le prions ici d'agréer l'expression de notre gratitude. Cet exemplaire de la grande carte de Ferraris, à l'échelle de 1 ligne pour 80 pieds, ou de 1 centimètre pour 115m,20 est en 275 feuilles (en réalité, l'Institut n'en possède que 272) et est exécutée au lavis sur papier à décalquer (2). L'examen attentif de la carte et l'« archaïsme » des écri-

(1) Transmise en novembre 1844 au Cabinet de La Haye et conduite par le général Prisse, ministre de Belgique à La Haye, notre réclamation aboutit, en novembre 1845, à cette réponse du lieutenant-général de la Sarraz, ministre des Affaires Étrangères de Hollande, qui, de plus, releva d'une manière peu obligeante les assertions émises par le général Prisse. Voy. la *Notice sur les Travaux topographiques exécutés au Dépôt de la guerre*, 1876 (autographiée), par le lieutenant-colonel Jules Henrionnet, p. 7.

(2) Les dimensions de ces feuilles sont variables. Par exemple, la feuille 1 (Lombaertzyde) mesure 138 centimètres sur 45 ; la feuille 2 (Poperinghe), 172 sur 88; la feuille 3 (Beclers), 138 sur 88. Chacune est la réunion de plusieurs « planchettes ».

tures, du dessin et des couleurs, nous confirment dans l'opinion que l'on est en présence d'un travail original exécuté de 1770 à 1777, ainsi qu'en attestent les dates inscrites sur plusieurs feuilles (1). Il semble bien que ce sont là les « feuilles des planchettes » telles que Ferraris les annonçait dans sa Note de 1774. Les écritures sont lisibles et très intelligibles ; mais ces feuilles sur papier à calquer ne sont point d'un travail achevé et parfait, comme le sont les magnifiques Cartes du Cabinet dessinées sur papier de Hollande sous les yeux de Ferraris de 1770 à 1777, en deux exemplaires, destinés l'un à l'empereur, à Vienne, l'autre au prince Charles de Lorraine, à Bruxelles, et tous deux reposant aujourd'hui aux Archives de guerre à Vienne. Tel qu'il est, cet exemplaire des « feuillets des planchettes » paraît l'exemplaire livré par Ferraris vers 1777 au chancelier Kaunitz (2) et fait prendre patience à l'Institut carto-

(1) Nous aimons de remercier ici M. le capitaine-commandant Bradfer, actuellement détaché au service de l'Institut cartographique, de l'aimable et parfaite obligeance avec laquelle il nous a facilité l'examen des feuilles que nous venons de décrire, et de son amabilité à nous aider de ses indications. — Disons, en passant, que ces précieuses feuilles furent très détériorées pendant la guerre de 1914. Les soldats allemands, qui occupèrent durant la guerre tous les locaux de l'Institut cartographique, à La Cambre, ne les abandonnèrent à l'armistice qu'en laissant locaux et collections dans un désordre, une saleté et un état indescriptibles : nous les savons coutumiers de tels faits. Ainsi, le bel atlas manuscrit, dont nous parlons, fut retrouvé relégué dans un grenier et gisant sous une abominable fenêtre-tabatière, à demi cassée, qui ne se faisait pas faute de laisser pénétrer les pluies et les neiges. — On sait que, depuis août 1874, les services de l'Institut cartographique militaire sont installés dans les vastes bâtiments de l'ancienne abbaye cistercienne de La Cambre, aux portes de Bruxelles.

(2) Ces feuilles sont marquées chacune du cachet hollandais à l'encre noire *Archiev Oorlog*. Elles ne paraissent autre chose que l'exemplaire de l'*Original de la Carte du Cabinet* donné le 22 mars 1817 à la fille et unique héritière de Ferraris, par ordre impérial, c'est-à-dire l'exemplaire des « feuilles originales ou des planchettes » livré par Ferraris vers 1777, après achèvement de ses travaux, à la chancellerie de Vienne. Nous avons dit que la fille de Ferraris le

graphique militaire, en attendant que Vienne nous cède ou plutôt nous restitue une de ses deux cartes du Cabinet.

Le savant archiviste et historien Gachard termine sa *Notice* de 1843 per ces lignes, qui restent de saison :

« Le gouvernement belge, s'il s'adressait aujourd'hui » à la Cour de Vienne, ne pourrait-il espérer qu'on lui » rendît au moins l'un des exemplaires *d'une carte qui* » *intéresse spécialement la Belgique et qui a été exécutée en* » *notre pays et aux frais de la nation* ? C'est un point qu'il » serait téméraire à moi de décider ; mais, si les gouverne- » ments étaient toujours inspirés par l'équité et par la » justice, la solution ne serait pas douteuse. »

L'appréciation finale de Gachard s'applique, non seulement à la Carte du Cabinet, dessinée en deux exemplaires de 1770 à 1777, mais à l'ensemble des *documents manuscrits* de Ferraris relatifs à cette Carte et d'une

vendit au gouvernement hollando-belge, avec les cuivres de la carte gravée. On conçoit que le gouvernement néerlandais, tout en conservant les cuivres des vingt-cinq feuilles de la carte gravée, nous ait cédé, en 1859, ces feuilles originales de la grande carte : elles étaient d'ailleurs devenues sans valeur militaire pour lui, quoique d'un inappréciable intérêt pour nous. Il est, du reste, impossible de reconnaître, dans ces feuilles possédées par l'Institut cartographique militaire, une « copie » faite vers 1859 ; ajoutons que l'exécution d'un tel décalque des 275 feuilles eût coûté des frais immenses et que le labeur eût demandé un temps énorme. Il serait intéressant de consulter aux archives du Ministère des Affaires Étrangères, à Bruxelles, les documents relatifs aux négociations de 1859.

Le lieutenant-colonel Hennequin, ouvr. cité, p. 215, dit que la carte reçue en 1859, par le gouvernement belge est « une copie, probablement de seconde main, » de la Carte du Cabinet ; mais il semble avoir ignoré la cession faite par l'Autriche en 1817, à la comtesse Zichy-Ferraris, que nous venons de rappeler. C'est aussi, peut-être, parce qu'il ignorait cette cession et parce qu'il voulait s'expliquer la présence à La Haye d'un exemplaire de la grande carte manuscrite, que Hennequin a émis, pp. 214-215, l'assertion d'un exemplaire « saisi, avec les cuivres, en 1794, dans les caves de » l'imprimeur de Ferraris, par les autorités françaises », et restitué, avec les cuivres, en 1816 par la France à la fille de Ferraris, qui céda le tout au gouvernement hollando-belge.

extrême valeur tant historique que topographique : emportés de Bruxelles en 1792, eux aussi reposent au *Kriegsarchiv* de Vienne, en leurs caisses en bois de chêne, à côté de ces exemplaires de la grande Carte. De peu d'intérêt pour les visiteurs autrichiens du *Kriegsarchiv*, ces documents sont infiniment intéressants pour les Belges, et la vraie place de ces documents, comme d'une au moins des deux superbes Cartes de nos anciennes provinces, est dans les collections de l'Institut cartographique militaire de Belgique ou peut-être mieux encore parmi les principales richesses de la Bibliothèque Royale.

B. Lefebvre.

L'extraction du charbon aux États-Unis

Les richesses de notre sous-sol, celles des houillères anglaises et des charbonnages allemands, nous ont, comme nos deux voisins, rapidement transformés en industriels et en exportateurs toujours en quête de nouveaux marchés ; de même, les énormes gisements de charbon gras et d'anthracite que possèdent les Américains ont fait naître chez eux une activité industrielle qui, depuis 1880, et surtout depuis 1900, s'est développée à toute allure. C'est grâce au charbon que nous sommes devenus la plus grande usine du monde, écrit M. Lesher, éditeur du Cool Age. Si la valeur de leurs récoltes et la belle variété de leurs produits agricoles dépassent et dépasseront longtemps encore celles de tous les pays dont la population est instruite et laborieuse, leur sous-sol aussi renferme et livre des quantités insurpassées de combustibles de toute espèce : charbon, pétrole, lignite, gaz. On peut y ajouter les milliards de tonnes de tourbe dont l'importance commerciale ne date que de 1908 et qui, sans être donc complètement dédaignées, ne sont guère jusqu'à présent utilisées comme combustible ; on ne peut oublier non plus les magnifiques réserves de houille blanche disséminées sur toute l'étendue du territoire. A elle seule, la chute du Niagara, quel capital et quel HP ne représente-t-elle pas ?

Voici dans un tableau d'ensemble l'importance respective de ces combustibles :

1913

charbon	570 000 000 tons (1) ;	760 000 000 $
pétrole	248 400 000 barils (2) ;	
gaz naturel	581 000 000 000 pieds cubes ;	88 000 000 $
tourbe	33 000 tons	197 000 »

1920

charbon	645 000 000 tons	
pétrole	443 000 000 barils	1 360 000 000 $
gaz naturel	735 000 000 000 pieds cubes	162 000 000 »
tourbe	73 000 tons	921 000 »

D'après les rapports présentés au Congrès international de géologie qui s'est tenu à Toronto en 1913, les réserves mondiales de houille ont été évaluées à 7 400 milliards de tonnes enfouies à des profondeurs qui en permettent l'exploitation plus ou moins aisée. Ce total rassurant en présence d'une consommation annuelle d'environ 1 milliard 250 millions de tonnes comprendrait 3 920 milliards de tonnes de houilles sèches et bitumineuses, 2 897 milliards de tonnes de lignite et 495 milliards de tonnes d'anthracite. Ces réserves sont réparties fort inégalement, comme le montre le tableau suivant de leur distribution entre les cinq parties du monde.

	LIGNITE	CHARBON	ANTHRACITE	TOTAL
Amérique	2 812 000 000 000	2 271 000 000 000	22 500 000 000	5 101 000 000 000
Asie	112 000 000 000	760 000 000 000	407 000 000 000	1 279 000 000 000
Europe	36 000 000 000	693 000 000 000	54 000 000 000	783 000 000 000
Océanie et Afrique	37 000 000 000	178 000 000 000	12 500 000 000	227 000 000 000

Ce qui ressort de ce tableau, c'est l'écrasante supériorité de l'Amérique. Il vaudrait mieux dire supériorité

(1) Aux États-Unis, ni le commerce du charbon, ni la publication des statistiques n'ont adopté la même unité de mesure. L'anthracite se vend à la gross ou long ton de 1015 kilos ; le charbon gras ordinairement à la short ou net ton de 906 kilos. Dans ces pages nous désignerons la première par le mot français *tonne*, la seconde par le mot anglais *ton*.

(2) Baril de 42 gallons ou 160 litres.

des États-Unis, car l'Amérique latine centrale et méridionale est réduite à la portion congrue. Par contre, l'Asie contient, rien qu'en Chine, quatre fois plus d'anthracite que le reste du globe. Des appréciations à peu près acceptables des immenses gisements anthraciteux qui affleurent dans les plaines du Shensi, du Setchouen et du Honan ont pu récemment être faites par des ingénieurs européens, américains et japonais, mais nous n'avons que des données très incomplètes et vagues sur les réserves de charbon du reste du continent asiatique. Si dans un pays étudié et fouillé comme le nôtre, on découvre à la fin du XIXe siècle de nouveaux gisements, quelles surprises de tout genre ne réserve pas aux capitalistes et aux prospecteurs le sous-sol de la Chine et même celui des États-Unis !

Depuis 1896, les États-Unis sont les plus grands producteurs de charbon, l'Angleterre n'a conservé que la supériorité de l'exportation.

Production mondiale			% des U.-S.	Production mondiale			% des U.-S.
1911	1.189.000.000	tonnes	38 %	1916	1.296.000.000	tonnes	41
1912	1.249.000.000	»	38 %	1917	1.345.000.000	»	44
1913	1.342.000.000	»	38.5	1918	1.331.000.000	»	46
1914	1.205.000.000	»	38.5	1919	1.158.000.000	»	43
1915	1.196.000.000	»	40.5	1920	1.300.000.000	»	45

	Progrès de la production américaine				Production du bitumineux par tête d'habitant		
	anthracite		bitumineux				
1822	4.300	tonnes	54.000	tons	1860	0,20	ton
1840	1.000.000	»	1.000.000	»	1870	0,42	»
1863	10.000.000	»	10.000.000	»	1880	0,85	»
1880	28.000.000	»	42.000.000	»	1890	1.8	»
1900	51.000.000	»	212.000.000	»	1900	2.8	»
1911	80.000.000	»	405.000.000	»	1910	4.5	»
1917	90.000.000	»	579.000.000	»	1918	5.6	»

En 1920, l'extraction des États-Unis a dépassé de 100 millions de tonnes celle de l'Angleterre et de l'Allemagne réunies, les deux plus puissants producteurs après eux. En 15 jours, ils atteignent la production an-

nuelle de la Belgique. Il est vrai que les conditions du travail minier sont chez eux particulièrement favorables. Les ingénieurs belges, français ou anglais doivent triompher de difficultés que la nature des gîtes épargne à leurs collègues américains. Dans la construction des ponts, l'outillage de leur industrie métallurgique, les applications de l'électricité, les ingénieurs américains ont montré leur compétence, leur hardiesse, leur originalité, mais, dans l'exploitation de leurs immenses richesses houillères, ils n'en ont pas eu l'occasion, ne rencontrant pas les obstacles de la profondeur des puits, de la traversée des nappes aquifères, de la congélation de zones de sable coulant qui mettent en relief la science et la haute capacité de nos ingénieurs des mines.

L'Européen pour qui la puissance des appareils mécaniques d'extraction, d'épuisement et d'aérage est le signe distinctif d'une houillère établie dans de bonnes conditions de marche est vivement frappé en visitant les mines américaines, par la grande simplicité des installations de surface qui au premier abord semblent confiner à l'insuffisance. Bien que la production de plusieurs sièges atteigne un chiffre égal ou supérieur à celui de nos grands charbonnages, leurs installations ne sont pas comparables aux nôtres. L'abatage est aisé ; non seulement le terrain n'est pas bouleversé et les gisements sont presque horizontaux — les inclinaisons sont souvent inférieures à 10 % — mais peu de puits descendent au-dessous de 150 et 200 mètres, alors qu'en Angleterre et en Belgique, des puits de 400 mètres sont fréquents et qu'il en existe de 800 et de 1200 mètres. Bien souvent les couches affleurent à flanc de coteau et il suffit d'attaquer directement la veine par galerie. Le grisou, les venues d'eau sont rares, et les terrains encaissants sont résistants.

En Belgique, les couches sont d'allure irrégulière, interrompues par de nombreux dérangements et souvent fort grisouteuses.

Des veines de 2 à 3 mètres d'épaisseur ne présentent aux États-Unis rien d'extraordinaire ; au contraire, cette épaisseur est normale ; alors qu'en Belgique des veines de 1,50 m. sont bien rares et que notre moyenne ne dépasse pas 0,65 mètre. Grand avantage pour les Américains, car la minceur des couches entraîne des travaux préparatoires improductifs, par extraction et mise en terrils de pierres et de déblais, et diminue le nombre d'ouvriers à veine dans le total de la main-d'œuvre du fonds.

L'exploitation en profondeur à laquelle échappent ordinairement les Américains est aussi la plus coûteuse par les frais qu'exigent le creusement et le cuvelage du puits, la puissance des machines d'aérage, la température à laquelle travaillent les ouvriers, la consommation plus grande du charbon qui augmente avec la distance verticale des montées et des descentes. L'exploitation à ciel ouvert assez fréquente aux États-Unis ne réclame ni remblais ni soutènement ; les transports y sont plus économiques, les conditions de sécurité et d'hygiène meilleures, et le travail plus productif aussi du fait que les perforatrices et les haveuses sont plus grandes et plus puissantes. Mais enclins déjà au gaspillage par l'abondance même de leurs richesses naturelles, les Américains y sont encore poussés par leurs procédés d'exploitation. Souvent, leur reproche un des leurs, M. Van Hise, dans une de ses conférences à l'Université de Wisconsin, les veines les plus basses sont attaquées les premières parce que plus épaisses ou de meilleure qualité : les effondrements et les dislocations causés par ces travaux rendent l'exploitation des veines supérieures coûteuse, très difficile et quasi impossible. Les gisements étant considérables et aisément accessibles, aussitôt qu'une circonstance quelconque, pression de terrain, moins bonne qualité du toit, amincissement de la couche, etc. diminue la production ou augmente le prix de

revient, on exploite un autre terrain dans une autre partie du gisement, laissant là les premiers travaux. A cause de l'épaisseur même des couches, le système d'exploitation adopté dans les mines d'anthracite (1), et souvent aussi dans celles des charbons gras, est le système dit par « rooms and pillars ». On découpe d'abord une surface généralement fort étendue à exploiter dans une même couche en grands rectangles au moyen de galeries doubles ou quadruples séparées et protégées par des massifs de charbon, puis on pénètre dans ces rectangles par de larges galeries ou tailles dites « rooms » de 6 à 12 mètres de largeur séparées par des piliers de largeur à peu près égale que l'on reprend en revenant et en laissant s'ébouler le toit derrière soi quand les « rooms » sont arrivés à la limite du champ d'exploitation compris dans les rectangles. Ce système dispense du remblai difficile ou impossible dans ces couches puissantes mais favorise le gaspillage, les piliers étant, pour toutes sortes de motifs, souvent abandonnés : 40 à 45 % de champ reste ainsi inexploité ! Par contre, l'ouvrier abat beaucoup, la couche donne beaucoup de gros, l'exploitation nécessite peu de bois, mais elle est dangereuse par suite de la puissance de la couche dont la plus grande partie est prise en provoquant la chute du charbon.

En dehors des époques assez rares où le prix du charbon monte rapidement et devient exorbitant, cette richesse naturelle de première importance et d'usage si général n'a jamais cependant, à l'encontre de tant d'autres, excité l'imagination populaire. Quelle fascination produite par l'or de l'Ouest, quelles histoires romantiques que celles des puits de pétrole, quel engouement pour les titres de compagnies de chemins de fer, quelle fièvre suscitée par l'industrie métallurgique ! Mais le

(1) Les couches d'anthracite en Pensylvanie ont souvent 4,50 mètres d'épaisseur ; la fameuse couche Mammoth atteint 13 mètres.

charbon bitumineux, le soft coal, n'a créé ni un Rockfeller, ni un Carnegie, ni un Morgan, ni un Gould, ni un Armour. Les gisements sont si nombreux, le nombre des mines est si considérable et l'extraction si facile qu'un monopole est irréalisable. Dans la conférence donnée à la réunion de l'*American economic association*, à Atlantic City, M. Lesher, de l'*U. S. Geological Survey* et directeur du *Coal Age* compare, au point de vue de la facilité et de la simplicité de l'entreprise, l'extraction du charbon aux États-Unis à l'élevage des porcs et à la production du maïs et du coton. Aussi, à chaque période de hausse des prix, le nombre des mines augmente. D'après les statistiques de l'*U.-S. Geological Survey*, les mines de houille se classent en cinq catégories. La première comprend celles dont la production dépasse 200 000 tons ; sur les 11 038 mines de charbon gras en activité pendant l'année 1918, 821 entrent dans cette catégorie ; elles ont fourni 48,5 % du total de l'extraction (51 % en 1917). Les 930 mines de second rang ont une moyenne de 145 000 tons et leur quote-part n'a pas dépassé 24 % en 1917, 23 % en 1918. Les 1200 mines de troisième classe ne livrent que 15 % du total et 75 000 tons en moyenne. On comptait en 1918, dans la quatrième catégorie, 2636 mines : moyenne 25 000 tons, quote-part 12 %. Dans la dernière série figurent parmi les 5900 mines celles qui ne travaillent qu'en hiver et pour la clientèle locale exclusivement ; leur extraction moyenne a été inférieure à 2 500 tons en 1918 et leur pourcentage dans la production totale atteint à peine 2 %.

Au point de vue géologique, technique, commercial et financier, les houillères américaines comparées aux nôtres présentent donc des contrastes frappants.

La production américaine est caractérisée par l'énorme prépondérance d'un bassin, celui des Alleghanys, le plus vaste et le plus riche de tous les bassins des États-Unis. Son extraction dépasse les deux tiers du

total, il renferme de l'anthracite et du charbon gras propre à la fabrication du coke métallurgique et aux autres usages industriels, les minerais de fer y sont riches et abondants aux deux extrémités nord et sud. Sa largeur varie de 50 à 300 kilomètres et il mesure en longueur environ 1450 kilomètres. C'est sur le versant occidental des Alleghanys dont les plissements très anciens ont donné naissance sur 2000 kilomètres aux chaînes parallèles du système montagneux des Apalaches, que ces gisements de charbon couvrent une étendue supérieure à 185 000 kilomètres carrés. Ils traversent la Pensylvanie, le Maryland, l'Ohio, les deux Virginies, le Kentucky, le Tennessee, l'Alabama. Dans l'exploitation de ce bassin, la part de la Pensylvanie dépasse 52 %. Cet État, un des plus anciens et des plus riches, relégué au 32e rang au point de vue de la superficie, se place au second pour sa population ; l'État de New-York seul le dépasse. Le chiffre de sa population absolue et relative, les avantages de sa situation géographique entre l'Océan et les lacs, les installations et les chantiers du port de Philadelphie à l'embouchure du Delaware, ses voies navigables, les richesses extraordinaires de son sous-sol, le nombre, la variété, et la puissance de production de ses usines, son réseau de voies ferrées expliquent et décrivent sa situation économique. Il détient notamment le monopole de l'anthracite, car en dehors du Colorado et du Nouveau-Mexique, où l'extraction se réduit à quelques tonnes, ce produit ne se rencontre pas ailleurs aux États-Unis. La zone anthraciteuse est traversée par les vallées de la Lehigh et du Schuylkill, affluents du Delaware. C'est en 1792 et par hasard, à cause de la découverte de pierres noires qui furent analysées à Philadelphie et reconnues pour de l'anthracite, que de petites exploitations débutèrent. Les difficultés de transport étaient telles — 21 $ la tonne — qu'en 1800, il n'existait pas de marché pour l'anthracite à Philadel-

phie. La navigation sur les affluents du Delaware fut alors améliorée. Actuellement le transport est aux mains de compagnies de chemins de fer comme la « Philadelphia and Reading », la « Lehigh Valley RR. », la « Lackawanna RR. », etc., qui sont en même temps propriétaires de gisements d'anthracite. Elles ont laissé inutilisés ou rendu inutilisables les canaux construits autrefois. La législation, il est vrai, a défendu ces fusions de compagnies minières et de chemins de fer, mais ces mesures, opposées au courant économique, à la conception et à la situation des affaires, sont condamnées à n'aboutir qu'à des résultats de façade. Environ 75 % de l'extraction sont aux mains d'un nombre relativement restreint de compagnies où dominent les railroads C°. Aussi, comme par ses qualités physiques et chimiques, l'anthracite est par excellence le charbon des foyers domestiques et que l'hiver dans le nord-est des États-Unis est d'une rigueur et d'une longueur exceptionnelles, l'exploitation de ces gisements est en Pensylvanie une industrie fortement centralisée au point de vue commercial comme au point de vue géographique.

La production de l'anthracite ne représente que 15 % de l'extraction totale du charbon aux États-Unis, mais si les progrès du charbon gras dépendent surtout de la marche en avant de l'industrie, ceux de l'anthracite sont en relation étroite avec l'augmentation de la population.

L'extraction commencée vers 1820 n'atteint 28 millions de tonnes qu'en 60 ans ; de 1887 à 1917 elle a plus que doublé. Depuis quelque temps elle s'est ralentie et il est douteux que l'on dépasse un jour les 100 millions de tonnes. Les conditions du travail ne sont pas toujours aussi favorables que dans les mines de charbon gras. Les gisements sont parfois bouleversés et se trouvent à des profondeurs variant de 90 à 250 mètres ; il existe aussi quelques puits de 500 mètres. L'augmentation en profondeur et la nécessité d'attaquer des couches plus

minces expliquent un ralentissement que seule une main-d'œuvre plus abondante pourrait compenser.

La spécialisation de la clientèle et quelques particularités géologiques ne sont pas les seuls points qui différencient les compagnies d'anthracite de celles de soft coal. Les premières, souvent mieux outillées, peuvent mettre en dépôt plus de 10 % de leur extraction annuelle et depuis 1903 se sont entendues pour accorder chaque année en avril une réduction de 50 cents par tonne ; une augmentation de 10 % par mois leur permet de retomber en septembre sur le prix normal. Elles encouragent ainsi les achats et l'entreposage par le consommateur et échappent aux difficultés, provenant de l'irrégularité du marché, dont nous parlerons plus loin à propos des compagnies de charbon bitumineux.

Dans l'immense aire de charbon gras de la zone apalachienne, c'est aussi la Pensylvanie qui dans la moitié occidentale de son territoire possède les gisements privilégiés, tant comme puissance de couche que comme pureté de produit. Tous ses charbons sont de bonne qualité, mais ceux de la couche connue sous le nom de Pittsburg sont considérés comme les meilleurs des États-Unis ; c'est elle que l'on exploite à Connelsville et dans les comtés de Westmoreland et La Fayette. Connelsville est connue pour son coke métallurgique de première qualité, et le Westmoreland pour son excellent charbon à gaz recherché par les usines de la Nouvelle-Angleterre. A l'analyse, le Connelsville donne de 60 à 65 % de carbone fixe, 28 à 32 % de matières volatiles, 4,5 à 7 % de cendres, 1 à 1,5 % de soufre. La teneur en matières volatiles, en cendres et en soufre augmente vers l'Ouest ; aussi les charbons de la partie orientale du bassin sont-ils plus estimés pour la fabrication du coke.

Dans la Virginie occidentale, séparée par une simple limite conventionnelle de la Pensylvanie dont elle constitue le prolongement naturel vers le sud, on retrouve

les mêmes couches et les mêmes charbons. Sa production est très importante ; elle livre plus que le double de la France d'avant-guerre, plus de quatre fois la production normale de la Belgique. Coupée de l'État d'Ohio par la rivière navigable du même nom, la Virginie expédie facilement par eau son charbon vers Cincinnati et les autres villes de l'Ouest et du Sud assises sur les rives de l'Ohio et du Mississipi.

Sur le versant oriental des Alleghanys, la Virginie est avec le Maryland le seul État charbonnier, la production de la Géorgie étant négligeable. Ses ressources en combustibles sont d'autant plus intéressantes que son charbon est précisément celui qui convient le mieux à sa situation géographique ; son hiver n'est pas comparable à celui de Boston, la densité de sa population est faible et son activité industrielle peu intense. Mais son fameux Pocahontas est employé de préférence à tous les autres par les compagnies de navigation et les navires de guerre. Or, le cours du littoral de la Virginie, par ses dentelures, ses baies et sa proximité d'Hampton Roads, de New-York ou de Boston, lui permet de ravitailler facilement ces clients. Exploitées seulement depuis 1883, les couches du Pocahontas and Tug river district, qui se retrouvent aussi en Virginie occidentale, ont livré en 1918, 23 millions de tons, donc autant que la Belgique d'avant-guerre. Le Pocahontas, dont les couches sont presque horizontales, mais dégagent du grisou, donne 74 % de carbone fixe, 18 à 19 % de matières volatiles, 5 % de cendres et 0,7 % de soufre ; aussi est-il estimé et recherché par les industriels qui ne négligent pas la récupération et la vente de nombreux sous-produits de coke. Les nègres à cette latitude représentent déjà un pourcentage assez élevé de la main-d'œuvre des mines.

L'Ohio dont l'extraction atteignait à peine 7 millions en 1880, et a sextuplé depuis, possède des charbons d'excellente qualité semblables à ceux de la Pensylvanie.

C'est grâce à ces réserves de combustible qu'il est devenu un des principaux États manufacturiers de l'Union. Cincinnati, Columbus, Dayton, Youngstown sont des centres d'industries grandes consommatrices de charbon, comme la métallurgie, la fabrication du ciment, des porcelaines, du verre, des machines.

Le Kentucky et le Tennessee sont riches aussi en charbons de foyers domestiques, de locomotives, d'usines à gaz et d'industrie. Dans ces divers États, l'exploitation houillère est relativement ancienne, mais dans l'Alabama, qui constitue la limite sud de la zone apalachienne, c'est en 1870 que par hasard, au cours d'une excursion qu'il faisait en touriste dans les parties inhabitées de ce pays, M. Tucomay découvrit fer et charbon là où s'élève aujourd'hui la ville de Birmingham. Au début, l'absence de voies de communication fut un sérieux obstacle à la mise en œuvre ; en 1876, par exemple, on transportait en charrettes à bœufs du charbon extrait d'une couche découverte dans une forêt distante de 10 kilomètres de l'emplacement actuel de la ville de Birmingham. L'essor ne date que de 1888 ; actuellement l'extraction atteint 20 millions de tons. Les rivières qui traversent les régions des principaux gisements leur ont donné leur nom ; le principal, et de loin, est le « Warrior » qui embrasse une superficie dix fois plus étendue que celle des deux autres. Les couches ne sont pas très puissantes, mais la bonne qualité du charbon, convenant aux usages industriels et domestiques, ainsi que ses riches minerais de fer, et ses champs de coton, ont transformé l'Alabama du nord en une région industrielle active. La Tennessee Coal, Iron and Railroad C° domine la situation.

Le bassin du centre traverse la grande plaine des États-Unis suivant une direction générale nord-est — sud-ouest ; comme celui des Alleghanys, sa moitié septentrionale formée des trois États d'Indiana, d'Illinois et d'Iowa est la plus large et la plus productive.

Elle oppose 130 millions de tons aux 20 millions extraites du Missouri, du Kansas, de l'Oklahoma et du Texas. La production totale du bassin est inférieure à celle de la seule Pensylvanie en charbon gras et représente un peu plus du tiers du bassin des Apalaches. La qualité de ce charbon est bien dépassée par celui de l'Est, elle est souvent médiocre et assez irrégulière. La teneur en carbone est plus faible et la proportion de cendres trop élevée, elle varie souvent de 7 à 17 % ; aussi, malgré la distance, le coke et les houilles de Pensylvanie et de Virginie même envahissent les marchés du centre.

C'est sur les rives de l'Illinois, entre les villes actuelles d'Ottawa et de La Salle et en 1679, d'après son journal, que le P. Hennepin, missionnaire jésuite, constata le premier, croit-on, l'existence du charbon aux États-Unis. L'extraction de l'Illinois, 90 000 000 tons, lui donne une grande supériorité sur les autres régions du bassin et fait de certains districts de cet État de vrais districts industriels perdus dans cette immense région agricole. L'industrie n'est pas ici la principale cliente des mines ; ce sont les locomotives et les foyers domestiques, car l'hiver est terrible dans le Minnesota, les deux Dakota, le Michigan et le Wisconsin dont la production est négligeable ou absolument nulle. Dans l'Illinois, l'exploitation est intense surtout dans les comtés situés sur la rive gauche du Mississipi, en face de St-Louis, où le charbon se trouve à 30 mètres de profondeur, dans le comté de La Salle, le plus rapproché de Chicago, grand centre consommateur, et en face de Davenport, ville de l'Iowa sur la rive droite du Mississipi. Dans l'Oklahoma, c'est le « Missouri Pacific Railway » qui a commencé l'exploitation pour ravitailler ses locomotives ; la qualité est bonne et se prête à la fabrication du coke.

On appelle bassin des Rocheuses, les gisements de cinq États limitrophes, situés sur ce plateau sauvage ou son rebord. Du Colorado et de l'Utah par le Wyo-

ming, à travers le Montana, vous atteignez au Washington la côte du Pacifique. La production en progrès tout récents est encore bien modeste : 35 000 000 de tons. Les couches sont ordinairement très puissantes, 12 mètres, par exemple, au Colorado ; de 5 à 20 au Wyoming. On y rencontre partout toutes les qualités depuis le lignite, assez abondant au Colorado, dans l'Utah et le Wyoming, jusqu'au charbon gras, demi-gras et l'anthracite, mais les frais d'extraction et de transport surtout sont élevés. Dans le Colorado et d'autres parties des Rocheuses, les strates carbonifères ne contiennent pas toujours de charbon au sens strict du mot ; souvent les terrains productifs consistent en crétacé supérieur et fournissent du lignite plus ou moins transformé. Le lignite noir du Colorado a cependant donné du coke convenant à la fusion du plomb et du cuivre. Sous le mot « bitumineux » aux États-Unis, on range des charbons classés comme semi-anthracite, semi-bitumineux, sous-bitumineux et lignites. Les sous-bitumineux désignent les lignites noirs des Rocheuses qui diffèrent en composition chimique, couleur, caractères physiques, des lignites réels ou « Brown coals » abondants surtout au Texas et au Dakota.

Des cinq États, le Colorado est le plus important au point de vue industriel et commercial. Son chiffre d'extraction le met en tête (12 000 000 de tons) et la grande variété dans la qualité de ses charbons lui permet de ravitailler les industries métallurgiques de Pueblo, les sucreries, les usines travaillant les métaux de la région, les chemins de fer et les foyers domestiques dispersés le long du front oriental des Rocheuses, au Kansas, au Nebraska et dans le Nord du Texas. Si le Wyoming le suit de près pour le chiffre d'extraction, le Washington est plus important parce que, par ses mines situées à peu de distance du Puget Sound, près de Seattle et de Tacoma, il est le seul État du Pacifique capable d'offrir

du charbon de soute aux paquebots et aux cargos de plus en plus nombreux de cette côte trop peu connue.

Le tableau suivant résume dans ses statistiques (millions de tons), l'activité des trois bassins en 1920 :

Apalaches : Pensylvanie (1) et Maryland, 259 ; deux Virginies, 98 ; Ohio, 45 ; Kentucky-Tennessee, 38; Alabama, 17. — Total : 457.

Centre : Illinois, 90 ; Indiana, 30 ; Iowa, 9 ; Kansas-Missouri, 12 ; Oklahoma-Texas, 6. — Total : 147.

Rocheuses : Colorado, 12 ; Utah, 6 ; Wyoming, 10 ; Washington, 4 ; Montana, 4. — Total : 36.

L'Est donc, ou la partie des États-Unis comprise entre l'Atlantique et le Mississipi, ce qui ne représente que le tiers du territoire, possède les 9/10 du charbon. Les trois zones dépourvues de ce combustible sont le Sud, dont les besoins sont moindres — le Tennessee et l'Alabama sont ses principaux fournisseurs, — l'Ouest où le pétrole non seulement fait concurrence au charbon, mais supplée à son insuffisance, et la Nouvelle-Angleterre industrielle, peuplée, active, qui par cabotage et par rail reçoit des millions de tonnes de Pensylvanie et de Virginie. Dans ce transport par chemin de fer vers le nord-est, les deux points en amont de New-York où la voie ferrée franchisse l'Hudson ont une importance capitale, stratégique. Les deux ponts de Pookheepsie et d'Albany assurent non seulement la régularité de ce trafic mais aussi l'ordre dans le mouvement général des marchandises et des wagons de cette région.

Nous examinerons cette question du trafic, dans un article ultérieur.

J. Charles, S. J.

(1) Anthracite et bitumineux réunis pour la Pensylvanie.

Les grands Problèmes Monétaires (1)

Le change

II

I. Principes

La crise du change n'est pas le moindre des maux que la guerre nous a légués ; son influence néfaste atteint l'ensemble d'un pays, et il n'est si modeste citoyen dont elle ne trouble l'existence. Aussi a-t-elle provoqué un grand nombre de commentaires ou d'études.

Comment peut-on agir sur le cours du change ? A quelles lois est-il soumis ?

Les contradictions ne manquent ni dans les réponses des théoriciens, ni dans les remèdes qu'ils proposent, si bien qu'il pourra sembler téméraire d'aborder ici le sujet. Mais notre tâche sera simplifiée du fait qu'aujourd'hui les changes normaux peuvent être passés sous silence. L'Europe a perdu le régime monétaire qui, autrefois, traduisait son équilibre économique ; d'ici longtemps nous ne reverrons plus notre franc à sa valeur ancienne. Rappelons-nous les mésaventures de ce dollar qui nous écrase maintenant : la guerre de Sécession finie, il est demeuré déprécié pendant quinze ans. Plaise au ciel que la convalescence du franc ne soit pas plus longue !

Une unité monétaire est dépréciée quand l'or fait

(1) Cf. Revue des Questions scientifiques, oct. 1921, p. 448-459.

prime sur elle — l'or et les valeurs qui ont pu rester au même prix. Si par exemple le dollar est intact, tandis que le franc a perdu la moitié de sa valeur primitive, ce franc perdra aussi la moitié de cette valeur en comparaison du dollar ; si le florin ne perd qu'un quart, il sera au franc comme 3 est à 2, et coûtera 3,15 fr. au lieu de 2,10 fr.

Les variations de valeurs vont naître uniquement du jeu de l'offre et de la demande. D'où proviennent dans le cas de la Belgique les *offres* de francs ? Des importateurs qui veulent acquérir des monnaies étrangères pour régler leurs achats, des banquiers qui ont des capitaux à envoyer au dehors. Les *demandes* auront pour auteurs les exportateurs payés en autres monnaies, les prêteurs étrangers, le gouvernement allemand pour ses réparations.

Offres et demandes vont se rencontrer. On offre aujourd'hui 10 millions de francs, on en demande 10 : Pourquoi le cours fléchirait-il ? Si la demande atteint 12 millions, les acheteurs vont se disputer les quantités disponibles, le cours montera. C'est l'inverse que nous voyons plus souvent se produire : l'offre de francs dépasse normalement la demande. Pour payer les importations, la Belgique doit vendre mensuellement 800 millions de francs, alors que ses achats ne dépassent pas 600 millions. Comment trouvera-t-on acheteur pour le surplus ? Nous tenterons l'instinct de lucre des spéculateurs étrangers en cédant notre devise au rabais. Nous accorderons donc une prime à qui voudra, en échange de dollars, par exemple, recevoir nos francs ; ceux qui acceptent le marché espèrent qu'un jour le franc regagnera de la valeur. La différence entre le pair et le cours déprécié doit compenser le risque couru, payer les frais et constituer le bénéfice net de l'acquéreur.

Le gain au change est donc essentiellement une prime devant attirer le prêteur.

Comment, dans la pratique, se consentent ces crédits ? Pour une petite partie, par la mise en portefeuille de billets de banque. Celui qui conserve du papier-monnaie prête au pays qui l'émet ; les Marks polonais, par exemple, sont fréquemment traités dans ce but.

Mais les prêts les plus considérables s'effectuent au moyen des crédits de banque. Voici un Américain qui fait acheter dix mille francs français : il les fait porter simplement à son nom, au Crédit Lyonnais, sans intervention des billets de banque. Il y a aujourd'hui dans les banques françaises plusieurs milliards de dépôts qui n'ont pas d'autre origine. En Allemagne, ils se chiffrent par des sommes beaucoup plus fortes encore.

On peut prêter également en achetant dans les pays à monnaie dépréciée des rentes d'État, des valeurs industrielles, des immeubles même, comme le fait la Hollande vis-à-vis de la Belgique. La France a placé des emprunts à l'étranger ; l'Allemagne, qui avait peu réussi jusqu'à l'armistice, a depuis exporté plusieurs milliards de rentes de guerre par l'intermédiaire d'un organisme officieux créé dans le but immédiat de soutenir les cours à la bourse.

Il ressort de cet exposé que la Balance des comptes (comparaison des dettes et des créances exigibles) est la cause immédiate de la tenue d'un change. Si un pays a moins de créanciers que de débiteurs immédiats, son unité monétaire ne peut baisser ; pourquoi, en effet, céder au rabais une marchandise dont la demande dépasse l'offre ? Au contraire, un État qui doit payer plus qu'il ne reçoit, devra pour obtenir les devises nécessaires à sa libération céder sa monnaie en dessous de son cours normal. L'offre aura dépassé la demande.

II. Autres théories

L'explication que nous venons de donner n'est pas universellement admise : elle est prônée actuellement

par l'école de M. Bertrand Nogaro, chargé de cours à la Faculté de Droit de Paris. M. Nogaro est l'apôtre de la doctrine qui voit dans la Balance des comptes l'élément décisif et même unique en matière de change.

L'École classique avait fait admettre que l'inflation, ou l'émission exagérée de billets, était la cause principale de la dépréciation monétaire. Sans doute, les règlements extérieurs pouvaient avoir une influence, mais leur action demeurait secondaire : le papier-monnaie se dépréciait vis-à-vis de l'or quand il était en surabondance, et en proportion de cette surabondance. C'est l'opinion de Clement Juglar, de Ricardo, de M. P. Leroy-Beaulieu. D'après certains, M. George Clare, l'économiste anglais contemporain, serait du même avis, et nous lisons en effet dans son ouvrage sur le change : « La cause de l'inconvertibilité [du papier-monnaie] est une émission excessive ». Mais il semble donner comme condition préalable : « S'il existe un déficit de la Balance des comptes » (1). Son adhésion à l'école classique n'est donc point évidente.

L'émission excessive provoque un surcroît d'offres de monnaie sur le marché intérieur, c'est certain ; mais elle n'a pas le même effet, directement du moins, sur le marché du change. En outre, l'inflation n'est plus constituée aujourd'hui que très partiellement par l'émission de billets. Pour acheter des monnaies étrangères, je n'ai pas besoin de billets, il me suffit de posséder un compte en banque. J'ai 100.000 francs à mon crédit, je puis en acheter des dollars, et contribuer ainsi à la chute de notre franc. Cependant les billets ne seront pas intervenus, les 100.000 francs seront simplement virés au crédit du correspondant américain.

La guerre et l'après-guerre nous donnent des exemples, où l'on peut voir l'erreur de la théorie que nous avons

(1) *The ABC of the foreign exchanges*, p. 144, éd. 1920.

citée. L'inflation monétaire a, certes, une influence sur le change, mais elle est indirecte ; voici qui le prouve.

Nous avons donné dans un article précédent (1), le tableau comparatif des changes et des émissions de billets de France. On y voit le dollar coter 5,45 frs jusqu'en mars 1919, malgré une circulation de billets de banque passée de 6 à 33 milliards. Quelques mois s'écoulent, l'émission est augmentée de 4 à 5 nouveaux milliards, dont une bonne partie est absorbée par les provinces libérées et l'Alsace-Lorraine. Cependant, le prix du dollar variera désormais entre 12 et 16 francs. Les choses ne se passeront pas autrement en Belgique.

Le mark perdait 60 % de sa valeur après la débâcle de 1918, pendant que son émission de billets était décuplée ; aujourd'hui, la livre perd 20 % avec douze fois plus de billets qu'en 1914. De tels faits se concilient difficilement, croyons-nous, avec la théorie qui voit dans l'émission excessive de billets la cause directe de la dépréciation.

On dit aussi que la tenue d'un change dépend de la couverture-or du billet de banque ; l'explication ne se rencontre guère du reste chez les économistes. Ils n'hésitent pas à dire, au contraire, qu'une circulation fiduciaire sans couverture, peut parfaitement demeurer saine si elle n'est pas excessive, si elle ne dépasse pas la quantité de monnaie métallique qui sans elle serait nécessaire. Voyons les faits.

En mars 1919, le billet français avait une couverture en or de 17 1/2 %, et le dollar se payait 5,45 frs ; deux ans plus tard, la couverture est encore de 15 1/2 %, mais le dollar vaut 15 francs. Le franc belge subit une dépréciation semblable, quand sa couverture n'est pas de 5 %. La Hollande possède une encaisse de 600 millions de florins, contre un milliard de billets : le florin perd

(1) Revue des Questions scientifiques, 1921 : *L'inflation*, p. 454.

15 ou 20 % ; la Suisse est jusqu'à l'automne de 1921 dans une situation analogue. Leur exemple combat également la théorie ancienne : ces pays n'ont pas de papier d'État, ni d'avances à l'État ; il faut donc chercher ailleurs la cause de la dépréciation : dans un déficit de la Balance des comptes.

III. Inflation et change

Si la Balance des comptes d'un pays où circule du papier-monnaie à cours forcé demeure favorable, l'étranger débiteur devra néanmoins acheter cette monnaie peu offerte, et le cours va monter malgré l'inflation fiduciaire. Il ne faut cependant pas nier toute action de l'inflation sur le change. Elle est incontestable. Mais elle n'est pas immédiate, et n'agit que par l'intermédiaire de la Balance des comptes. L'inflation provoque la hausse des prix infailliblement, et cette hausse va provoquer normalement le déséquilibre de la Balance. Les prix intérieurs élevés attirent les produits étrangers, et paralysent l'exportation des marchandises indigènes. L'inflation a donc une influence certaine, mais indirecte.

C est l'opinion, nous l'avons dit, de M. Nogaro ; c'est aussi celle de M. Maurice Anciaux, le spécialiste bien connu en matière de change (1). M. Charles Rist, professeur à la Faculté de droit de Paris, écrit également : « La dépréciation des changes belligérants ne se comprendrait pas sans la dépréciation [intérieure] de leur monnaie, celle-ci agissant, bien entendu, par l'intermédiaire de la Balance des comptes, dont elle provoque constamment le déséquilibre » (2).

Prenons garde, cependant, à l'élément psychologique ; une émission de billets peut fort bien provoquer une

(1) Le Flambeau du 15 février 1920.
(2) *Les finances de guerre de l'Allemagne*, p. 182.

baisse immédiate du change, parce que l'opinion anticipera sur les événements ; pour ne pas être victime de la chute qu'elle prévoit, la spéculation vendra les devises menacées, et les fera ainsi tomber aussitôt. La simple possibilité d'une augmentation de la circulation fiduciaire aura le même effet.

Les indices économiques de la Belgique cadrent fort bien avec les théories que nous avons exposées, et même, croyons-nous, ils les appuient de façon décisive.

Considérons d'abord l'année 1919, à partir du moment où l'échange des marks est liquidé. Les communications rétablies permettent alors un trafic normal, et les prix exorbitants causés par l'occupation allemande sont tombés devant l'afflux des produits étrangers. Les dernières avances à l'État pour le remboursement des marks datent de juin, le dollar cote 6,65 frs ; à la fin de l'année, la circulation n'a pas varié, mais le dollar est passé à 10,50 francs.

L'index des prix atteint son minimum en octobre 1919, et remonte nettement ensuite, tandis que la circulation n'accuse la même tendance qu'à partir du bilan du 30 décembre : là non plus il n'y a pas de rapport de cause à effet, au moins dans le sens admis par l'ancienne théorie.

En réalité, la hausse du change s'est déclanchée d'abord, sous l'influence d'une Balance des comptes défavorable. La hausse du dollar fait monter le prix de la vie, au bout d'un certain temps : il suffit, pour s'en convaincre, de voir dans les relevés utilisés pour l'établissement de l'index, que les produits importés ont donné le branle à la hausse. La montée du prix de la vie a exigé plus de moyens de payement, et la circulation des billets s'est accrue au début de 1920, longtemps après le signal de la hausse ; celle-ci avait eu lieu plusieurs mois avant que les prix de détail traduits dans l'index s'en soient ressentis. La circulation fiduciaire

n'est donc responsable, ni de la chute du change, ni de la hausse des prix.

Ce qui s'est passé lors de la baisse des prix confirme cette façon de voir, car la circulation fiduciaire n'a fléchi légèrement que trois mois après la descente des prix de détail, et plus de six mois après celle des prix de gros. Le change n'a pas été fort affecté par la montée de la circulation : le dollar était à plus de 15 francs en mars 1920, avec moins de cinq milliards de billets ; il est en juillet 1921 à 13 francs, avec six milliards. La cause est entendue, à notre avis du moins (1).

IV. Mesures des changes et solidarité des cours

L'exposé théorique du mécanisme des changes, nous suggère deux remarques. Constatons d'abord qu'il n'y aurait pas de dépréciation si nous pouvions payer en or, ce que nous sommes toujours libres de faire. La perte de change n'est donc qu'une perte sur l'or, ou les monnaies au pair avec lui, tel le dollar depuis la moitié

(1) Voici du reste les chiffres :

BELGIQUE

Changes, Circulation et Index.

Date	Index *proportionnel*	Dollar *(en francs)*	Circulation (milliards) *fiduciaire*
15 juin 1919	365	6.79	4,7
15 août 1919	359	8.10	4,6
15 octobre 1919	353	8.70	4,6
15 décem. 1919	372	10.27	4,6
15 janv. 1920	396	11.45	4,8
15 juillet 1920	453	11.10	5,3
15 octobre 1920	477 (max.)	14.30	5,7
15 janvier 1921	450	15.40	6,2
15 avril 1921	399	13.70	6,1
15 juillet 1921	379	13.05	6,1
15 nov. 1921	385 (?)	14.20	6,1

de 1919. Tous les cours aux diverses bourses se déduisent de ces données.

Voici par exemple notre franc, réduit à 40 % de sa valeur ancienne, et la peseta espagnole, réduite à 80% ; si nous devons passer de l'un à l'autre, il nous faudra deux francs pour une peseta. Si la livre vaut 80 % aussi, elle sera, à Bruxelles, au double de sa valeur nominale, soit 50,50 francs.

Si donc nous voulons apprécier l'allure d'un change, il ne faut avoir égard qu'à sa perte sur l'or, ou le dollar. Évitons de parler de la chute de la livre quand elle cote 45 fr. 75 le 25 mai 1921, après avoir coté 55 fr. 25 le 6 avril. La plupart des journaux ont cru voir la cause de la baisse dans la grève des mineurs anglais qui s'était déclanchée dans l'intervalle. La livre avait en réalité remonté, elle cotait 3,90 à New-York, en avril, et 3,95 le 25 mai, c'est-à-dire qu'elle avait réduit sa perte sur l'or de 1 % ; seulement, nous avions progressé davantage, le dollar était tombé de 14 fr. à 11,50 fr. et nous nous étions rapprochés de la livre. Le phénomène contraire s'est présenté depuis : la livre est passée de 45 fr. 73 à 48 (1) et l'on s'est efforcé d'expliquer cette hausse en dépit de la persistance de la grève. Mais la livre avait baissé de 3,95 à 3,57, perdant donc 10 % en même temps que nous avions perdu davantage, et que le dollar était passé de 11 fr. 50 à 13,50. La distance entre la livre et nous avait augmenté. Le franc belge et le franc français peuvent être comparés à deux coureurs tendant vers un même but, la parité avec l'or. Tantôt la Belgique a l'avance, ce qui se traduit par une perte du franc français à Bruxelles ; tantôt la France progresse plus, et son franc fait prime chez nous. La tenue du franc français à Bruxelles ne

(1) Fin juillet 1921.

doit donc pas être expliquée par des mouvements de fonds ou de marchandises entre les deux pays (1).

Notre seconde remarque visera la solidarité de tous les changes. Une sortie en marks pèse autant sur notre franc que si elle a lieu en livres ou en dollars. Nous pouvons parfaitement payer l'Amérique en marks — qui seront pris pour leur teneur en or — et l'Allemagne en dollars, ils y seront les bienvenus. La solidarité des cours s'affirme également sur les divers marchés où une devise est traitée. La livre ne fait jamais, à la même heure, 3,90 à Londres et 3,94 à New-York, car les arbitragistes (les banquiers spécialisés en la matière) auront vite fait d'en acheter à Londres pour les vendre à New-York. Les légères marges que l'on constate proviennent soit d'une différence d'heure, soit d'une importance insuffisante pour solliciter l'attention des arbitragistes. Lorsque les cours ont des variations spécialement amples, on constate parfois de notables différences de place à place : les cours du mark en particulier ont des sauts si brusques que l'arbitrage ne peut les suivre, et que le téléphone lui-même est trop lent.

(1) Voici le tableau de la

Valeur or des différentes monnaies (1 juillet 1921).

	(pour-cent)
Dollar	100
Franc suisse	87,33
Cour. suédoise	82,50
Florin	81,79
Livre sterling	76,83
Peseta espagnole	67,10
Franc français	41,55
Franc belge	41
Drachme grecque	29,90
Lire italienne	25,42
Mark allemand	5,59
Cour. autrichienne	0,8

V. Les causes profondes de la crise. La spéculation

Il est à peine besoin d'énumérer les causes indirectes mais bien réelles de la crise que nous traversons, et qui ont agi par l'intermédiaire de la Balance des comptes.

La première est incontestablement l'épuisement de nos stocks, qui nous a forcés d'importer sans mesure. Au début de 1919, la France et nous, n'avions plus de réserve de grains ni de matières premières ; il nous a fallu importer, de plus, des machines pour les usines ruinées et des matériaux pour les régions dévastées. D'autre part, nos exportations ont été réduites à cause de l'état lamentable de notre industrie, du manque des matières premières, de la désorganisation des transports. Notre balance commerciale en a pris l'aspect suivant :

	1919	1920	1921 (neuf mois)
Importations	5 223 (1)	11 165	7 727
Exportations	2 281	8 708	5 447

Mais d'autres causes sont venues alourdir la dette à payer : nous avons cessé de percevoir les revenus des affaires belges en Russie, dans les pays centraux, en Italie. Pendant l'occupation, les Allemands ont enlevé en Bourse beaucoup de valeurs américaines, qui cessent de rapporter pour la Belgique. Enfin, il a été souscrit chez nous à des emprunts étrangers, français notamment, qui ont fait sortir des sommes considérables du pays.

En résumé, nous devons constater que les hauts prix intérieurs n'ont guère excité l'importation des marchandises dont la plupart nous étaient indispensables, comme ils n'ont pas paralysé notre exportation jusqu'à la crise de 1920. L'inflation n'a donc pas eu au début une influence sensible sur notre change, mais elle est appelée à

(1) Pour 1919 ce chiffre est probablement inférieur d'un milliard à la réalité ; la statistique n'a pas enregistré les importations de céréales des organismes officiels.

en gagner, maintenant que la concurrence commerciale existe à nouveau.

Mais la spéculation, demandera-t-on, pourquoi n'en parlez-vous pas ? Son rôle est cependant universellement et officiellement constaté. Les millions qu'elle a gagnés au détriment du peuple entier crient vengeance !

Accuser la spéculation de tous nos maux, c'est simple ; cela dispense de recherches. C'est conforme aux idées populaires. C'est aussi battre sa coulpe sur la poitrine d'autrui. Un polémiste français n'hésite pas à écrire : « Si les banques avaient eu la force de consentir à certains sacrifices, notre change serait encore au pair » (1). M. Georges Valois n'est pas d'un avis très différent lorsqu'il s'étend sur les profits des pays dont les monnaies font prime. Mais tirons-nous avantage de la dépréciation du mark ou de la lire ?

La spéculation paraît peu morale, peu intéressante, sans conteste ; elle a permis d'édifier des fortunes qu'il eût mieux valu ne point voir, soit encore ; elle est souvent pratiquée par des gens que le scrupule n'étouffe pas, d'accord toujours. Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue son rôle économique.

Spéculer, c'est prévoir, c'est deviner les besoins de l'avenir, s'approvisionner au temps de l'abondance pour vendre en temps de disette. La spéculation a donc pour premier effet de régulariser les cours, elle fait fonction de volant d'une machine. Sans elle une demande passagère, mais brusque, ferait sombrer ou bondir un cours au grand dam du commerce. En matière de change, elle a même un effet plus ample : c'est elle qui prête aux pays dont la Balance des comptes est défavorable, et qui ainsi pourront en solder le déficit. L'appât de la prime que constitue la perte de la monnaie dépréciée attire l'étranger, et lui fait avancer des milliards à la France et à

(1) Tissandier, *Pour les finances d'un dictateur.*

l'Allemagne, les aider à payer le pain qui nourrira la population.

La spéculation, cependant, n'est pas sans inconvénient. D'abord, elle ne prête pas pour rien, et elle réclamera tôt ou tard son avance, comme tous les prêteurs en général jusqu'ici. Mais elle peut aussi provoquer des mouvements de cours qui ne correspondent pas aux variations de la Balance des comptes, désorientant par là le marché. Un groupe financier américain peut, en retirant par exemple d'un coup des centaines de millions de francs en dépôt dans les banques parisiennes, secouer la devise de façon inquiétante. Ces retraits nous ont déjà éprouvés maintes fois. Si les fermiers du Texas ne remboursent pas leurs avances et que les banques américaines ayant besoin de fonds rapatrient leurs dépôts, voilà le franc qui sombre ! Si quelque groupe juif ou allemand d'Amérique voit de mauvais œil l'occupation de Francfort par la France, il peut le montrer de façon très sensible en retirant également ses dépôts.

Mais au total, comme la spéculation a acheté beaucoup plus de francs qu'elle n'en a vendus, elle nous a été incontestablement utile. Elle a intéressé des milieux financiers très mêlés au relèvement de l'Europe. C'est un grand bonheur d'avoir des créanciers, disait Panurge, ils devront toujours prendre soin de votre santé et de vos affaires. Panurge n'était pas un financier, mais il avait l'étoffe d'un homme d'État.

VI. Expédients et remèdes

Arrivé à ce point de notre étude, il n'est pas sans intérêt de nous demander si cette dépréciation du change est un mal pur et simple, et rien qu'un mal, pour le pays qui en est atteint. L'École classique n'en doutait pas : l'instabilité des cours, l'insécurité du commerce, les désordres financiers et sociaux, conséquences de la chute des changes, ne pouvaient que bouleverser l'économie d'un pays.

Mais, au cours du XIXe siècle, on vit des pays sortir plus forts de la crise : la dépréciation de leur change avait stimulé chez eux la production et l'exportation ; l'industrie en avait profité pour s'équiper, elle était parvenue à surmonter le malaise provoqué par le retour au pair. La crise du change avait été l'indice d'une situation malsaine ; elle avait fait voir l'absolue nécessité de rétablir l'équilibre de la Balance des comptes et d'attaquer le mal là où il se trouvait vraiment : dans l'insuffisance de la production. Et, conséquence d'un malaise économique, elle avait été le point de départ du retour à la santé.

Telle n'était pas en 1919 la situation de l'Europe appauvrie et épuisée par la guerre ; la hausse des prix ne pouvait alors contribuer à rétablir l'équilibre de la Balance des comptes. Nous devions coûte que coûte importer.

Mais il n'a pas fallu un an pour que son action se fasse sentir, pour que nos importations se réduisent, et nos exportations s'accroissent. Aussi pouvons-nous dire que sans la chute du change, notre relèvement aurait été moins certain ; en cessant de le soutenir par des avances, le 13 mars 1919, l'Amérique a fait œuvre de sagesse. C'est vraisemblablement à cette mesure, due d'ailleurs à des préoccupations égoïstes, que l'on devra la restauration économique du vieux continent.

Nous ne songeons cependant pas à nier qu'un change déprécié ne puisse être par lui-même une nuisance, ni que la dépréciation ne puisse être exagérée. Il est bien certain aussi que les variations des cours sont toujours dangereuses, et doivent être réduites au minimum.

Pour régulariser le cours du change, peut-être même pour le relever, on a parfois préconisé une intervention officielle : le gouvernement américain ne peut-il défendre de vendre le dollar plus de 5 fr. 20 ? Mais en ce cas, les pays qui doivent payer l'étranger ne pourront trouver les devises nécessaires. Qui donc peut forcer

un Américain possédant cent dollars dans sa poche, à les échanger contre 520 francs de notre papier ? Il y consentira peut-être si on lui en offre 600. Le procédé est donc inopérant.

Répétons-le : ce n'est pas tant au change déprécié, douloureux symptôme d'un mal plus profond, qu'il faut s'attaquer, mais bien au mal lui-même, aux causes de cette dépréciation. Et pour cela, nous devons arriver à augmenter nos rentrées, et à diminuer nos sorties de fonds.

La source principale des rentrées et des sorties de fonds est certainement le commerce extérieur ; accroître les exportations, diminuer les importations, voilà le moyen presque unique, et en tout cas décisif, de mener la crise à sa fin.

Passons en revue les procédés proposés au cours des dernières années, et mis en pratique avec un succès inégal, pour enrayer les chutes. Les emprunts à l'étranger sont certainement au premier rang d'entre eux : la France par exemple a emprunté dans ce but une trentaine de milliards. Le mécanisme est décisif : comme la chute du change provient de l'insuffisance des offres de devises étrangères, on peut l'empêcher absolument en fournissant le marché suffisamment. On a réussi à soutenir le franc jusqu'en mars 1919. Mais cela, c'est décharger le présent pour charger l'avenir, en capital et en intérêts. Sans doute il est juste de ne pas laisser peser sur une année tout le poids des événements, mais il y a certes une limite, que l'on semble avoir dépassée. Les trente milliards (au pair) qui s'appesantissent sur la France sont une lourde menace pour son avenir.

Aussi vaut-il mieux porter son effort sur des moyens moins radicaux, mais excellents en eux-mêmes. Pour augmenter les rentrées dans un pays, il est bon d'attirer les touristes, d'entreprendre pour l'étranger toutes sortes de transports maritimes et terrestres, comme la Belgique

le fit en transportant le charbon allemand en France. Les ventes de valeurs mobilières peuvent être fort utiles en l'occurrence, et on y eut souvent recours. Certaines d'entre elles équivalent à des billets de banque internationaux, qui ont cours à New-York comme à Paris ; on s'en servira comme on userait de l'or, en les vendant aux bourses étrangères. La France et l'Angleterre avaient d'abord emprunté ces valeurs à leurs nationaux, pour les mettre en gage en Amérique auprès des banques qui leur avançaient les dollars. Mais peu après, elles les réquisitionnèrent à juste prix et les vendirent à New-York.

Il est possible également d'agir sur les sorties de fonds et de les réduire dans une certaine mesure. On a tenté de restreindre les importations, en supprimant celles qui n'étaient pas nécessaires ; le procédé est théoriquement impeccable, mais sa mise en pratique a de gros inconvénients. La France, essayant en 1920 de supprimer les importations de luxe, a édicté et maintenu pendant plusieurs mois des défenses d'importer. Mais les exportations de la France sont, pour une grande partie, des objets de luxe : les représailles étaient tout indiquées aux nations lésées. D'autre part, de pareilles mesures blessent un grand nombre de citoyens tirant leur subsistance du commerce de luxe, et se rendent par là impopulaires. Il faut pour les appliquer avec quelque efficacité, la dure nécessité et le gouvernement fort qui régissent l'Allemagne.

L'interdiction d'exportation s'impose pour les capitaux : ce sont là des sorties pures et simples ; mais un contrôle des banques et des intermédiaires étrangers est pratiquement impossible. Les prescriptions ne sont observées que par les gens consciencieux, tandis que les autres se livrent impunément à un fructueux commerce. On peut cependant facilement prohiber les émissions et les appels de fonds au profit de l'Étranger : nous devons constater que la Belgique a été insuffisamment défendue de ce côté, et que ce qui s'est passé sous le ministère de

M. Delacroix tient du scandale. De grandes banques de la capitale ont fait souscrire publiquement aux emprunts français, notamment aux obligations à lots du Crédit National dont 300 millions, dit-on, ont été placés chez nous ; on cote à Anvers les obligations de la ville de Paris, les rentes françaises et roumaines. Les journaux ont fait de la publicité, les titres ont été exposés, le trafic a pu continuer ouvertement jusqu'à l'arrivée de M. Theunis.

Certaines mesures peuvent plus ou moins régulariser les cours, l'Allemagne et l'Italie en ont usé. On peut, par exemple, centraliser toutes les opérations par un organisme officieux, de façon à prévenir les mouvements brusques. Il est possible également d'écarter plus ou moins les demandes de devises étrangères qui ne sont pas utiles au pays, pour des importations superflues ou l'évasion de fortunes. Ces avantages sont malheureusement compensés par les entraves au commerce, et le coût de l'administration centralisatrice : le système peut demeurer tolérable en cas d'extrême nécessité, et de transactions internationales réduites : il n'est plus possible en présence d'une activité normale. L'Italie l'a compris et a supprimé cette organisation au printemps de 1921, en dépit d'un change persistant à ne pas s'améliorer.

Citons enfin pour mémoire des mesures inopérantes : nous avons fait justice de la théorie conseillant les achats dans des pays à monnaie dépréciée, que l'on a pourtant entendu prôner par notre gouvernement au temps de M. Delacroix. Inutile également d'exiger le payement de nos fournitures en monnaie belge pour la faire rechercher ; nous nous priverons par là des devises étrangères nécessaires à nos propres payements.

Réprimer la spéculation n'offre pas plus d'avantage ni de possibilité, d'abord parce que notre devise est traitée à Londres et à New-York comme à Bruxelles ; en second lieu, parce que cette spéculation nous a favorisés jusqu'ici.

Produire et exporter plus, importer moins, multiplier les causes des rentrées de fonds et réprimer les sorties, voilà les seuls moyens efficaces.

VII. Notre restauration monétaire

Une restauration monétaire est-elle possible ? La dépréciation actuelle n'est-elle pas trop profonde pour oser l'espérer ? La question tient à la fois des finances privées et des finances publiques, car il ne suffit pas de hisser le franc jusqu'au pair, il faut se demander aussi comment le pays supportera ce retour aux prix anciens. Les dettes de l'État vont demeurer énormes, quand ses recettes vont se réduire.

Nous négligerons actuellement cette face du problème, pour en étudier uniquement l'aspect monétaire, et nous jetterons un coup d'œil sur les précédents.

L'Amérique a connu pendant dix-sept ans la prime sur l'or, de 1862 à 1879, avec un maximum de 185 % ; à vrai dire, elle ne fut considérable que jusqu'en 1869, où elle tomba à 34 %. L'exemple est donc pleinement rassurant. L'Espagne a eu en 1898 une prime de 54 % elle aussi, qui tomba à 7 % en 1910 ; la Grèce a payé aussi l'or 80 % au-dessus du pair, en 1895, et se trouvait ramenée à la situation normale en 1910.

En revanche, un certain nombre de pays ne se sont pas relevés, et leur devise a sombré entièrement. L'exemple le plus célèbre est celui des assignats, mais il n'est pas le seul. Le dollar des Sudistes perdit toute valeur après la guerre de Sécession ; dans l'Amérique du Sud, l'accident s'est maintes fois produit.

Plus souvent on s'est arrêté à une dévaluation partielle, à une stabilisation qui consacrait la perte. Le rouble valait autrefois quatre francs, et fut stabilisé à la fin du XIXe siècle à 2 fr. 66. L'Autriche-Hongrie fit perdre aussi

20 % à son ancien florin lors de la réforme monétaire de 1900.

Les défauts de la réduction définitive de valeur sont manifestes : il y a là une faillite pure et simple, encore que voilée, une réduction arbitraire de toutes les dettes, une spoliation des détenteurs de certaines richesses, une atteinte au crédit national. Si des sacrifices sont nécessaires, pourquoi les faire au détriment des porteurs de valeurs mobilières, de ceux qui ont eu confiance dans l'État et lui ont prêté, quand les propriétaires d'immeubles et les commerçants n'en souffriront pas ? L'emprunteur a reçu des francs-or ; il a promis d'en rendre : la plus élémentaire honnêteté exige qu'il ne renie pas sa promesse à moins d'y être absolument forcé. Une faillite ne s'accepte pas de propos délibéré, elle s'impose.

Certes, il faudrait se garder d'appliquer aveuglément ces principes. Il y a d'abord des dépréciations qui remontent si haut que personne ne se souvient plus de l'ancienne parité, et que toutes les dettes contractées jadis sont éteintes. C'était le cas du rouble et du florin autrichien dépréciés depuis un demi-siècle ; leur rendre la valeur initiale eût été faire un cadeau à tous les créanciers.

Il existe aussi des chutes si profondes qu'il est inutile de vouloir éviter la faillite, et qu'il est plus sage de limiter les pertes. Le mark semble bien y être conduit, pendant que la couronne autrichienne et le mark polonais sont menacés d'un sort pire. Pour la France et la Belgique, dans l'état actuel des choses, il y aurait quelque lâcheté à préconiser une dévaluation.

Que faut-il pour remonter au pair, pour que la Banque d'émission puisse échanger ses billets contre de l'or ?

Une Balance de comptes favorable, uniquement ; mais on ne pourra l'obtenir pratiquement si l'on poursuit une politique d'inflation et de déficit budgétaire. Subsidiairement, la Banque centrale devra posséder un stock d'or suffisant, non comme garantie des billets, mais comme

réserve en cas de léger déficit de la Balance. Ces conditions sont du reste nécessaires pour obtenir la stabilisation du change à n'importe quel taux, même à une parité inférieure à celle d'avant-guerre.

Les exemples de rétablissement que nous avons cités montrent que l'assainissement demande de nombreuses années ; par là sont amorties les secousses inévitables. Une politique sage peut utiliser ce délai pour réaliser sans heurt la restauration qu'elle doit au pays.

FERNAND BAUDHUIN.

VARIÉTÉS

I

A PROPOS DE L'HOMME FOSSILE

Nous avons reçu du R. P. Mainage, professeur à l'Institut catholique de Paris, quelques observations sur l'analyse faite, dans notre numéro du 20 octobre 1921, de son ouvrage *Les Religions de la préhistoire* (1), par le R. P. P. Charles. Étant donnée l'importance du sujet, nous les communiquons très volontiers à nos lecteurs. Nous avons cru devoir les faire suivre des quelques remarques qu'y ont ajoutées tant le R. P. Charles que le R. P. Mainage.

La Direction.

...J'ai introduit, dans mon ouvrage, un chapitre intitulé : « Au-delà de l'Archéologie », où je traitais de la probabilité d'un monothéisme quaternaire. Ce titre indiquait nettement qu'à mon sens, ce chapitre ne se rattachait à l'ensemble du travail que par un lien assez ténu. Il n'en pouvait guère être autrement, puisque, en l'absence des témoignages positifs de l'archéologie, l'ethnographie, science auxiliaire de la préhistoire, fournissait les arguments capables d'étayer mes conjectures. Et je pensais m'être assez clairement exprimé à ce sujet.

Comment se fait-il que le R. P. Charles ait cru voir, dans ce même chapitre, le centre, la raison d'être, le but de tout l'ouvrage ? D'après lui, j'ai proposé « la solution du pro-

(1) Cfr. Rev. des Quest. scient., oct. 1921 ; pp. 484-504.

blème monothéiste aux temps pléistocènes » (p. 5 du tirage à part) ; le monothéisme est « la thèse que le P. Mainage pousse méthodiquement à travers tout son livre » (p. 9) ; à cette thèse, j'ai subordonné le rajeunissement de l'homme de Chelles (p. 10) ; j'ai écrit (p. 372), que le monothéisme quaternaire est une « induction fondée sur la foi en une révélation primitive », et « cette petite phrase est peut-être l'explication de tout le volume » (p. 18).

Il y a là, certainement, un malentendu que je tiens à dissiper.

J'aurais donc écrit un volume grand in-8° de 450 pages (non 1500, cf. p. 11) ; j'aurais condensé les résultats acquis depuis une soixantaine d'années à la préhistoire ; j'aurais promené mes lecteurs, durant d'interminables chapitres, à travers les cultes étranges, sauvages en un sens, de nos ancêtres de l'âge de la Pierre ; j'aurais, d'après mes guides, rendu, rappelé à la vie les rites magico-religieux des grottes, les sorciers, les danses masquées, dans quel but ? Pour établir que nos vieux paléolithiques avaient gardé des *survivances de la révélation primitive ?*

Car enfin, c'est bien le reproche que le R. P. m'adresse.

Le monothéisme que j'attribue aux quaternaires est un anneau dont je me serais servi pour attacher la religion paléolithique aux croyances du premier couple humain. Système dangereux : ne donne-t-il pas à supposer aux incrédules que les apologistes chrétiens défendent toujours la thèse *concordiste* des survivances ? Il est vrai que cet inconvénient est inséparable, au moins dans l'esprit des gens prévenus contre la foi, de tous les systèmes apologétiques. Le R. P. Charles et moi, nous serons, par eux, taxés de concordisme aussi souvent que nous nous proposerons d'accorder le dogme chrétien des origines humaines avec les données de l'anthropologie préhistorique. Cela n'empêche pas que certaines trouvailles concordistes ont plus de chance de répondre, sinon aux incrédules dont le siège est fait, du moins aux exigences actuelles de la science. Pour ma part, je souhaite sincèrement et sans arrière-pensée, que l'hypothèse esquissée à grands traits par le R. P. Charles dans les dernières lignes de son article, prenne corps et consistance, surtout si quelques anthropologues catholiques

jugent à propos d'entr'ouvrir les portes à l'hypothèse transformiste.

Au surplus, si je m'étais rallié à la thèse des « survivances », je me serais rencontré en bonne et docte compagnie. Quoi qu'en dise le R. P. Charles, cette thèse est au bout de la théorie développée par le P. Schmidt dans la *Révélation primitive* (ch. IV). Elle est, aussi, nettement affirmée par Mgr Le Roy, dans la *Religion des primitifs* (conclusion).

Et pourtant j'ai l'honneur d'informer mon aimable contradicteur que cette thèse n'a jamais été, n'est point, et ne sera probablement jamais la mienne. L'opinion d'après laquelle il serait possible de recueillir, soit chez les Primitifs de la Préhistoire, soit chez les Primitifs actuels, un écho affaibli de la Révélation surnaturelle, je ne la partage pas. Je ne la partage pas parce qu'elle m'a toujours paru fragile et, surtout, invérifiable. Que la divine parole communiquée à Adam avant la chute ait pu laisser quelques traces dans l'âme des premiers hommes, il n'y a là rien que de très vraisemblable. Retrouver ces traces, avec les moyens d'investigation dont nous disposons aujourd'hui, me paraît une entreprise chimérique. Autant chercher la trace d'un navire sur la surface du mobile océan. Trop de distance sépare — quel que soit d'ailleurs le système chronologique adopté — les premières humanités accessibles à la science, ethnographique ou préhistorique, de l'humanité primitive au sens absolu de ce terme ; trop d'événements ont passé, que nous ignorons ; trop de tendances nouvelles, que nous sommes incapables de caractériser, se sont fait jour pour que nous puissions entretenir l'espoir de jeter « un pont de liancs sur l'abîme ». Voilà toute ma pensée, et je n'en ai pas d'autre que celle-là.

Lors donc que le R. P. Charles écarte ma *thèse* des survivances, il se donne un mal inutile. Lorsqu'il écrit : « Essayer de découvrir expérimentalement (chez les hommes préhistoriques) des traces de la révélation primitive, sous forme de souvenirs conservés de traditions tribales ou de rites religieux, c'est sans doute entreprendre une étude impossible, comme d'établir géographiquement les limites du Paradis perdu, ou de rechercher le tombeau d'Ève »

il prêche à un homme convaincu d'avance, car je suis tout à fait de son avis.

Et maintenant je mets au défi le R. P. Charles de citer *un seul* texte de mon livre où j'aie pris position en faveur de cette thèse.

Le monothéisme quaternaire, aurais-je affirmé, est « une induction fondée sur la foi en la révélation primitive ». Ce texte, je le rétablis dans son intégrité : « L'existence d'un monothéisme paléolithique n'est pas seulement une induction fondée sur la foi en une révélation primitive. Il rentre de plein droit dans le champ de la perspective scientifique. Il est la conclusion logique des principes de la méthode ethnographique. A ce dernier titre, nous l'admettons au moins comme une hypothèse très vraisemblable ». Voilà ce que j'ai dit. Cette manière de m'exprimer ayant induit mon critique en erreur, j'ajoute ici un commentaire. Certains apologètes catholiques, partant de l'idée de révélation primitive, se croient autorisés, partout où ils saisissent les vestiges des croyances monothéistes, à rattacher ces croyances à la révélation elle-même. Cette opinion étant professée par des savants remarquables, éminents, je ne me crois pas en droit de la biffer d'un trait de plume, parce qu'elle n'est pas vérifiée par les résultats des fouilles.

Et voilà pourquoi j'écris : « L'existence d'un monothéisme paléolithique n'est pas *seulement* une induction fondée sur la foi en la révélation primitive », et cet adverbe « seulement » contient une réserve à l'endroit d'une méthode qui me semble, dans l'espèce, sujette à caution. J'ai dit tout à l'heure mes raisons : ce sont celles-là mêmes que le R. P. Charles se donne la peine, bien superflue, de me rappeler. Et comme je n'adhère pas à l'opinion précitée, je me hâte d'ajouter : « Il rentre de plein droit dans le champ de la perspective scientifique ». Y rentre-t-il parce que son existence est prouvée ? Nullement. Un objet rentre de plein droit dans le champ de la perspective scientifique lorsqu'il peut, à un titre défini, se réclamer d'une science légitimement fondée. Et l'échelle de la probabilité scientifique comporte des degrés à l'infini. Mais quelle est cette science ? Est-ce l'archéologie ? J'ai dit assez nettement, je suppose, que l'archéologie n'apportait aucun témoignage positif. Cette science, c'est l'ethnographie.

Ici, le R. P. Charles me blâme de substituer le « livre au document », le « système au réel ». Je ne substitue pas le livre au document, le système au réel. Je supplée, dans la mesure où cela est permis, à la réalité archéologique en carence, par la réalité ethnographique, qui peut-être fournira des indications utiles. Je ne m'illusionne pas, d'ailleurs, sur la valeur du critérium ethnographique. En préhistoire, — l'ai-je assez répété ? — le document ethnographique, séparé du document archéologique, perd une grande partie de son autorité. En tout état de cause, la réalité d'un monothéisme quaternaire sera donc une hypothèse. Et à supposer que cette hypothèse se présente comme « très vraisemblable », elle ne sera telle qu'au seul point de vue ethnographique, c'est-à-dire dans un ordre de probabilités inférieur à l'ordre des probabilités archéologiques.

Il y a là, on le voit, une série de nuances qui ont dû échapper au R. P. Charles. Qu'après cela, il m'ait échappé, à moi aussi, quelques expressions qui, sorties de leur contexte, pourraient donner prise à des malentendus, cela est possible. La critique ne doit-elle pas toujours garder présents à l'esprit les principes de la discussion, et, à ces principes dûment établis, rapporter tout le reste ?

J'ai proposé, me dit-on, « la solution du problème monothéiste aux temps pleistocènes ». Encore un passage qui, séparé de son contexte, donne prise à l'équivoque. J'ai écrit : « Voyons, pour terminer, les conséquences qu'implique *cette* solution du problème monothéiste aux temps pléistocènes ». Je n'ai donc pas proposé *la* solution du problème, comme si ma solution était la seule possible. J'ai proposé plus modestement *une* solution, dont je vais tirer les conséquences. Mais, puisque cette solution est hypothétique, toutes les conséquences qu'on en pourra tirer seront également hypothétiques. Alors, je ne comprends plus le sens de ces lignes du compte rendu (p. 5) : « Nous sommes encore dans les pures hypothèses sans consistance : mais voici que, sans transition aucune, on nous propose « la solution du problème monothéiste aux temps pléistocènes ».

Le R. P. Charles suppose en outre que j'ai établi un lien entre ma « thèse » des survivances, et mon « système » chronologique. « Ce monothéisme quaternaire, c'est bien à la

révélation primitive qu'il le rapporte. Il l'appelle « une induction fondée sur la foi ». Dès lors, il y a un intérêt capital à raccourcir autant que possible la série des siècles qui séparent nos moustériens des origines de l'humanité ». Ce *dès lors* est pour moi très rassurant. Car si la révélation primitive n'a rien à voir avec mes considérations hypothétiques sur le monothéisme quaternaire, le raccourcissement de la chronologie n'est plus solidaire de ce malencontreux dessein. Mettons donc que j'ai été trop timide dans mes évaluations de la durée probable des temps pléistocènes. Là encore je me trouve en bonne compagnie. Dans son ouvrage sur les *Premières civilisations*, M. J. de Morgan, qui est un géologue, qui a fait des fouilles, et qui, au surplus, ne professe pas la théorie des survivances, réduit, par comparaison avec la vitesse des glaciers du Groënland, l'évolution du *phénomène glaciaire tout entier*, à une période d'un millier d'années. Et il ajoute : « On voit combien ce nombre de 1.000 années est peu en rapport avec l'idée que, fréquemment, on s'est faite de la durée des temps glaciaires. Il ne peut, il est vrai, être pris que comme un minimum, en supposant que le premier mouvement d'extension a de suite précédé le mouvement définitif de recul, ce qui n'a pas eu lieu ; mais en accordant 2.000 ans à ces oscillations, on n'obtient encore qu'un nombre de 3.000 années pour la durée totale de l'évolution complète dans nos pays » (1). Cette opinion extrêmement modérée n'est pas éloignée de celle que professait un autre géologue, M de Lapparent (2). Si donc j'avais entretenu le vain espoir de faire triompher, sur le terrain de la Préhistoire, la théorie des survivances, j'aurais eu beau jeu pour invoquer des autorités compétentes. Je n'ai pas même cité les noms de ces deux savants, dont l'opinion m'était pourtant bien connue. Et je ne les ai pas cités parce que, dégagé de toute théorie préconçue, j'ai employé, pour obtenir une date acceptable, un procédé de simples moyennes. Ce procédé a paru sommaire. *Je n'y tiens pas.* Si les géologues estiment que le déroulement des périodes glaciaires, depuis l'interglaciaire Riss-Würm, jusqu'à

(1) *Op. cit.*, pp. 88-89.
(2) *Les silex taillés et l'ancienneté de l'homme*, p. 118.

la période post-glaciaire, requiert une série de 40 à 50 millénaires, je n'y vois aucun inconvénient. Ma théorie des survivances n'en sera pas atteinte, puisque cette théorie je ne l'ai jamais soutenue.

Mon contradicteur me dira peut-être : « Quel intérêt y avait-il à écrire ce malencontreux chapitre, du moment que vous n'admettez plus la possibilité de découvrir la trace de la révélation « primitive » ? » Si, mon Révérend Père, il y avait un intérêt, et cet intérêt n'est pas aussi étranger que vous pourriez le croire à vos propres préoccupations.

Je l'avoue sans honte, si la théorie des survivances n'entrait nullement dans la perspective de mon « stupéfiant labeur », il existe, en revanche, une autre théorie qu'il me paraît beaucoup plus opportun de déloger de l'histoire des Religions. Et cette théorie, c'est l'application rigide, féroce, des principes de l'évolution à la vie religieuse de l'humanité.

Croyez-vous, mon Révérend Père, qu'un historien des Religions, appelé, par le plan général de ses travaux, à s'occuper de Préhistoire, puisse perdre de vue une théorie qui, si elle était vérifiée, justifierait l'hypothèse prélogique d'un Lévy-Bruhl et les théories préanimistes de plusieurs ethnographes étrangers, anglais ou allemands ? La thèse des survivances de la Révélation primitive ? Hélas ! nous n'en sommes pas encore là, et pour l'instant, il s'agit de savoir si la *structure mentale* de l'homme est *une* depuis l'époque reculée où elle nous devient accessible. Et si, d'aventure, cette unité de la structure mentale de l'homme était brisée, il ne nous servirait à rien d'avoir ébauché un nouveau système de concordisme pour réconcilier l'anthropologie avec la Bible. Entre l'époque de la chute, que vous reculez à perte de vue, dans l'abîme insondable des millénaires, et nous, un hiatus se creuserait, durant lequel l'homme n'aurait pas été *spécifiquement* un homme. Et je ne crois pas qu'il y ait un seul penseur catholique qui consentirait à souscrire à cette conception, singulièrement neuve, des effets de la chute originelle. Or, j'estime, à ce point de vue, qu'il est préférable, sur l'abîme, de jeter « un pont de lianes » plutôt que de ne rien jeter du tout. A condition, toutefois, que le « pont de lianes » ne soit pas un fil d'araignée. L'ar-

chéologie préhistorique, pour les époques les plus reculées, n'offre, à cet égard, qu'une prise bien insuffisante Son silence ne me convainc pas, car, chacun le sait, l'archéologie ne dit pas *tout*. D'autre part, l'ethnographie, loyalement interrogée, semble révéler, dans les couches les plus profondes de la civilisation humaine, des tendances religieuses assez élevées. J'en conclus que, sur un domaine nettement caractérisé, l'unité mentale de l'espèce humaine, du haut en bas de l'échelle civilisatrice, se trouve réalisée. Je constate, par ailleurs, l'accord à peu près unanime des préhistoriens touchant la similitude, en bloc, des Primitifs actuels et des Primitifs de la Préhistoire. L'unité de l'esprit humain, réalisée dans l'espace, se trouve donc réalisée dans le temps. Qu'il y ait, dans ce travail inductif, une part incontestable de conjectures, je le reconnais. Il y en a tout de même un peu moins que dans les inductions téméraires d'un partisan de la doctrine prélogique ou préanimiste. Et s'il m'arrive de citer mes sources à travers un livre de M. Lévy-Bruhl, par exemple, c'est parce que ces sources, citées par M. Lévy-Bruhl, se retournent parfois, agréablement, contre le système soutenu par l'auteur. En tout cas, le « pont de lianes » est jeté. Et le monde savant sera averti, une fois de plus, qu'en dehors des grands pontifes de l'évolutionnisme religieux, il existe d'autres autorités dont l'opinion peut être consultée avec profit. Car si je cite M. Lévy-Bruhl et ses semblables, je cite, parallèlement, les ethnographes de l'autre camp, dont je me garde, pourtant, d'adopter, s'ils l'ont enseignée, la théorie des survivances (1).

Et voilà le secret de ce malheureux chapitre sur le monothéisme quaternaire. Certains préhistoriens me sauront peut-être mauvais gré de l'avoir écrit, parce qu'il n'est pas « une leçon de la pioche ». Les historiens des religions seront sans doute moins sévères.

En tout cas, le malentendu, j'ose l'espérer, est maintenant dissipé entre le R. P. Charles et moi. Sur le fond, nous som-

(1) C'est dans ce sens que j'ai cité, dans la dernière note du Ch. III, l'excellent ouvrage du P. Schmidt, *La révélation primitive et les données actuelles de la Science*. Pour autant qu'il souligne la *continuité* de l'esprit humain, d'où résulte, pour les temps primitifs, la possibilité d'une révélation surnaturelle, ce livre garde tous mes suffrages.

mes parfaitement d'accord. L'étude sur le monothéisme se rattache à une préoccupation étrangère à celle qu mon critique, dont je tien à reconnaître ici la haute compétence scientifique, a cru pouvoir m'attribuer.

TH. MAINAGE, O. P.
Professeur d'Histoire des Religions
à l'Institut catholique de Paris.

Laissons de côté les détails et ne parlons ni des personnes ni des intentions.

1° Je retiens avec une sincère gratitude la déclaration très nette du P. Mainage : « Trop de distance sépare les premières humanités accessibles à la science *ethnographique* ou préhistorique, de l'humanité primitive au sens absolu du terme... pour « que nous puissions entretenir l'espoir de jeter un pont de lianes sur l'abîme ». Il nous dit que c'est là toute sa pensée, et qu'il n'en a point d'autre. Pas de pont de lianes possible entre les origines et nous ; ni l'ethnographie ni l'archéologie n'y suffisent et seule la foi pourra nous en parler.

Pourquoi le P. Mainage n'a-t-il pas arrêté là sa réponse ! La suite me brouille un peu la vue. En nous expliquant la genèse laborieuse de son dernier chapitre et la subtile stratégie dont il a usé vis-à-vis de M. Lévy-Bruhl, il avertit « une fois de plus, le monde savant » que le « pont de lianes est jeté » par la méthode *ethnographique*. Il s'agit bien d'un pont jeté par la science expérimentale et reliant l'humanité des origines aux primitifs d'aujourd'hui.

« Le pont est impossible » — « Le pont est jeté » ; nous craignons que des esprits chagrins, trop dédaigneux des nuances, ne se scandalisent de ce qu'ils appelleront peut-être une antinomie.

2° Et leur embarras augmentera quand ils entendront mon savant contradicteur affirmer que la thèse des survivances est « au bout » de la théorie ethnographique du P. Schmidt, « quoi qu'en dise le P. Charles ». Cette doctrine du P. Schmidt, le P.Mainage la fait sienne ; il nous dit qu'elle entraîne comme conséquence la thèse des survivances ; dès lors suis-je vraiment coupable de lui avoir attribué cette thèse ? Il doit y avoir là quelque finesse qui m'échappe.

3° J'avoue aussi qu'il m'est impossible de voir pourquoi le dernier chapitre d'un livre est moins important que les autres, ou pourquoi le titre « Au-delà de l'archéologie » ne peut recouvrir que des idées auxquelles l'auteur n'attache pas grande importance. En toute bonne foi, je me suis imaginé tout juste le contraire et j'ai vu (serais-je le seul ?), dans ce titre, un point culminant et dans la conclusion du livre le terme auquel il s'achemine. Ne dit-on pas dans nos écoles thomistes : *primum in intentione, ultimum in executione* ? et la Résurrection n'est-elle pas au bout de l'Évangile ?

Dès lors, puisque dans ce chapitre, le P. Mainage nous dit que le « monothéisme quaternaire n'est pas *seulement* une induction fondée sur la foi », c'est qu'il est *en outre* vérifié par l'expérience. Mon savant contradicteur me déclare que ce mot « *seulement* » indique une réserve, une restriction. Ici je ne comprends plus. C'est la négation qui me gêne. « Non seulement... mais encore »... est-ce une restriction ou une progression ? En tout cas, c'est toujours dans ce dernier sens que nous l'entendons en Belgique quand nous essayons de nous exprimer en français et c'est bien certainement ce que l'auteur de ces lignes a voulu dire, lorsque, s'occupant ailleurs (1) des *Religions de la Préhistoire*, il a écrit qu'il fallait « non seulement féliciter ,mais remercier » le P. Mainage.

PIERRE CHARLES, S. J.

Aux arguments nouveaux et déjà plus lointains, du R. P. Charles, je vois peu de chose à répondre :

1° *Primum in intentione est ultimum in executione.* Soit. Mais à une condition : c'est que cet *ultimum in executione* soit, vraiment, *primum in intentione.* Et puis, mon aimable contradicteur ne décide-t-il pas, en première ligne, de ne point parler des « intentions » ?

2° Entre le « pont de lianes » dont je me sers pour relier — si possible — la structure mentale de l'homme actuel, à la structure mentale de l'homme primitif, et le « pont de lianes » par lequel j'aurais voulu relier la religion paléolithique

(1) Cfr. la REVUE BIBLIOGRAPHIQUE, nov. 1921, p. 616.

à la religion révélée, il y a toute la distance qui sépare l'investigation d'un fait *naturel*, de l'investigation d'un fait *surnaturel*. Le R. P. est certainement trop bon « thomiste » pour oublier que ces deux ordres de faits ne se prêtent plus au même traitement. On peut donc jeter l'un de ces « ponts de lianes » sans prétendre jeter l'autre.

3° Pour le reste, la discussion étant ramenée à préciser une nuance de la langue française, je préfère ne pas insister. Cette abstention ne m'empêche point, d'ailleurs, d'offrir mes remerciements, *non seulement* au R. P. Charles, mais à Pierre de Bézoart, pour les bienveillants éloges qu'ils ont décernés à mon modeste ouvrage.

TH. MAINAGE, O. P.

Je ne vois plus d'intérêt scientifiqne à prolonger ce débat.

P. CHARLES, S. J.

II

NOTES SUR LA BAGUETTE DIVINATOIRE

Depuis qu'au XVIIe siècle il est entré dans la littérature de vulgarisation scientifique, le problème de la baguette divinatoire a suscité périodiquement des polémiques sans grand résultat. A plusieurs reprises des enquêtes ont été annoncées, des documents sollicités ; puis le découragement ou le scepticisme des chercheurs a ramené le silence. Peut-être la complexité de la question n'était-elle pas toujours suffisamment aperçue de ceux qui avaient hâte de prononcer un jugement définitif, pour ou contre les sourciers. Peut-être la crainte de ressusciter je ne sais quel mesmérisme, de favoriser les occultistes, détermina une sommaire condamnation de principe, fit déclarer qu'il n'y a pas de problème des sourciers.

Pourtant tout le monde a entendu citer, ou a rencontré quelqu'un de ces hommes qui, grâce à une sensibilité spéciale, affirment pouvoir déceler la présence d'eau courante ou de métaux cachés dans le sol, en s'aidant simplement d'une fourche flexible ou d'un léger pendule tenu à la main. Aux époques de grande sécheresse comme celle que nous venons de traverser, on les consulte en secret, et plusieurs déclarent s'être bien trouvés de leurs conseils.

La presse a été saisie bien des fois de ce sujet. Un concours de baguettisants eut même lieu à Paris, du 27 au 30 mars 1913, sous la présidence de M. Henri Mager, ingénieur-hydrologue ; le président du concours a présenté lui-même au public les résultats dans un petit livre riche et touffu (1).

Un de nos amis eut, il y a deux ans, l'occasion fortuite de lire le compte rendu consacré par le docteur Marage (2) aux captations d'eaux souterraines effectuées avec succès en Tunisie, par M. Landesque, conducteur des Ponts et Chaussées. Ces notes très objectives piquèrent la curiosité de notre confrère. Il lui parut intéressant de reproduire quelques-uns des essais de M. Landesque, leur technique semblant fort accessible. Actuellement la conviction de notre ami est faite : il y a un problème des sourciers. Comment cette conclusion s'est-elle imposée graduellement à son esprit? c'est ce que nous avons voulu noter en quelques lignes.

Le procédé de recherches souterraines par la baguette peut se schématiser ainsi : le sourcier serre en ses mains renversées une fourche flexible et légère de bois, de baleine, de métal, en forme d'accent circonflexe. Il arpente lentement le terrain à explorer. Lorsqu'il sent dans ses mains la baguette tourner ou se tordre, indépendamment de sa volonté consciente, il reconnaît qu'il passe sur la verticale d'un courant souterrain, d'un métal enterré, ou de tel autre objet classé dans son expérience. D'après l'étendue plus ou moins grande du terrain dans lequel l'influence se fait sentir,

(1) *Les Sourciers et leurs procédés. La Baguette. Le Pendule*, par Henri Mager, ingénieur-conseil en hydrologie souterraine. Un vol. in-8° de VIII-314 pages, 107 figures. Paris, Dunod et Pinat, 1913.

(2) Dr Marage, *Ce qu'il faut penser de la baguette des sourciers*. Conférence à l'Institut Général Psychologique de Paris. BULLETIN DE L'INSTITUT GÉNÉRAL PSYCHOLOGIQUE, janvier-juin 1919, p. 57-75.

le praticien croit pouvoir déduire la profondeur à laquelle se cache l'objet, et son importance, par exemple le débit approximatif de la veine liquide.

Le pendulisant, pour annoncer des éléments de même ordre, tient à la main, suspendu par un lien flexible, un objet de poids peu considérable, assez souvent sa montre tenue par l'extrémité de la chaîne.

L'étude scientifique de ces procédés, en vue d'en vérifier la réalité et d'élucider la nature des phénomènes de divination, s'est heurtée à de grosses difficultés.

Les physiciens, les premiers, devaient être amenés à rechercher la raison cachée des mouvements, à déterminer quelle influence naturelle pouvait faire tourner la baguette ou osciller le pendule au contact d'un sol recouvrant une veine liquide ou métallifère.

Il semble que la principale cause de leur embarras réside dans la nécessité d'intercaler un organisme vivant, le corps humain, dans le circuit. Malgré les hypothèses successivement étudiées, attribuant les faits de divination à l'électricité, au magnétisme, à la radio-activité, à la chaleur, etc., aucun instrument n'a pu jusqu'ici reproduire les phénomènes sans l'interposition de l'homme entre le sol et lui.

Or, toute personne ne paraît pas également apte à se servir de la baguette ou du pendule ; leur emploi exigerait des sujets doués d'une sensibilité particulière, plus ou moins développée et d'allure capricieuse. S'il faut en croire les sourciers, cette sensibilité spéciale serait assez commune : sur 100 personnes, 20 à 25 en jouiraient sans le savoir.

Autre difficulté : ces influences, qu'on dirait émanées de certains objets ou réfléchies par eux, sont en général si faibles dans leur manifestation, que leur mise en évidence a besoin de l'instabilité du ressort d'une fourche élastique en équilibre, ou de celle d'un poids léger. La contraction nerveuse du corps humain serait imperceptible pour l'opérateur lui-même sans le secours d'instruments amplificateurs, baguette ou pendule.

Mais, toute supercherie mise à part, les travaux de Chevreul sur le pendule ont montré avec quelle facilité la volonté du sujet peut, à son insu, provoquer des réactions en tout semblables à celles qui indiqueraient le filon mystérieux.

S'il faut discerner dans ces oscillations la part qui reviendrait à une cause extérieure de celle dont l'opérateur fait tous les frais, le problème sort du domaine de la physique pour entrer plutôt dans celui de la psychologie expérimentale. M. Mager et le docteur Marage nous rappellent en effet combien l'Institut de Psychologie Expérimentale de Paris s'intéresse à la question.

Parmi les psychologues, certains ont salué avec allégresse dans les baguettisants des médiums nouveaux, susceptibles d'apporter un précieux renfort aux théories fluidiques des occultistes et des magnétiseurs.

Le colonel de Rochas a été partisan des sourciers. M. Mager (*Op. laud.*, pp. V-VIII) admettra nettement que de tout objet émanent des lignes de force de nature inconnue. L'entrée dans un tel champ d'influence « provoque chez le sensitif une impression que l'instrument enregistre ». Enfin, oubliant un instant que « ab auctoritate argumentum infimum », il dit sa joie de voir ses convictions partagées par Gustave Le Bon.

C'en est assez pour éveiller bien des craintes dans un autre camp ; subissant lui aussi une vraie réaction consciente ou inconsciente, maint philosophe s'est senti porté à nier purement et simplement l'objectivité des phénomènes, et à tout mettre sur le compte de l'auto-suggestion.

M. le chanoine Gombault (1) développe vigoureusement cette fin de non-recevoir. « Vous croyez, dit-il, d'après vos idées en géologie, qu'il y a là une source, et cette persuasion vous la trahissez par des mouvements fibrillaires dont Chevreul a montré l'existence. Les oscillations de l'instrument existent donc indépendamment de la source d'eau ; elles sont dues à l'action de l'opérateur qui croit se trouver en présence de l'eau. De fait, quand il réussit à trouver l'eau, il le doit à son habileté à reconnaître le terrain. »

Voilà un débat lestement conclu. Cette solution radicale se prête mal à certaines des expériences relatées par M. Mager ; elle ne semble pas cadrer absolument avec les recherches personnelles de notre ami, auquel il est temps de revenir, après ce long « *Status quaestionis* ».

(1) Chanoine Gombault, *Sourciers et sorciers*, dans la REVUE DE LILLE, XXVe année, mai 1914, p. 549 à 569.

Nous ne décrirons pas l'expérimentateur, un prêtre. Appelons-le, si vous le voulez bien, l'abbé Durand. Faire autour de son nom une publicité serait l'exposer aux sollicitations de tous les braves gens qui veulent refaire leur puits ou creuser dans leur prairie un abreuvoir. Monsieur Durand n'a rien du sourcier professionnel, et n'aspire pas à la célébrité.

Il s'est seulement posé cette question : Y a-t-il un problème des sourciers? La baguette tourne-t-elle? Dans l'affirmative, faut-il attribuer son mouvement à l'auto-suggestion seule ?

Pour le savoir, il a cueilli une fourche de bois vert, aux branches souples et bien égales ; il l'a prise dans ses mains suivant le rite habituel, et s'est promené bravement au-dessus d'un petit ruisseau. Aucune sensation ; mais la baguette s'est relevée vers sa poitrine ou inclinée vers le sol, suivant qu'il la tenait de telle ou telle façon. Des séminaristes veulent tenter la même expérience ; beaucoup essaient en vain, mais quelques-uns obtiennent des résultats analogues.

Monsieur Durand a répété fréquemment depuis deux ans sa tentative sur des cours d'eau visibles, sur des courants cachés et couverts, et sa baguette réagit toujours. Un confrère va le mettre à l'épreuve. Dans les vastes sous-sols d'un monastère ancien, uniformément dallés de larges blocs de schiste, épais de plusieurs centimètres, deux sources ou infiltrations sont captées afin de protéger les fondations. Dans ces salles voûtées et partout humides, aucun signe extérieur ne les révèle au regard le plus perspicace ; l'auto-suggestion sera réduite à la probabilité de pile ou face, une chance sur deux de réussite. Mais la baguette de l'abbé Durand lui permet d'indiquer avec précision les deux emplacements. Dans un jardin voisin, un puits fut autrefois condamné parce que l'eau en était douteuse. Il est maintenant recouvert, masqué sous une épaisseur d'un mètre de terre, et la verdure des massifs le dissimule ; les deux témoins de la recherche ne sont pas d'accord sur sa position, et ne peuvent suggestionner l'opérateur. Là encore le jardinier viendra constater que la baguette a dit vrai.

Un curé des environs entend parler de la baguette ; comme par hasard, il désirerait un bassin dans le petit

enclos du presbytère. L'abbé Durand le parcourt lentement. « Si les procédés rapportés dans les livres sont exacts, dit-il, un petit filet d'eau traverse votre potager à environ 1,50 m. sous terre ; voici le tracé de son parcours. — Mais, répond M. le curé, votre tracé aboutit à la cave de la ferme voisine, cave souvent inondée... » Ce détail imprévu décide à tenter l'aventure, et l'eau apparaît entre 1,50 et 2 mètres.

Au cours d'un voyage de vacances, Monsieur Du and visite une propriété dans le Midi de la France. Le maître de céans est inquiet de la sécheresse, son puits baisse ; aura-t-il de l'eau jusqu'au retour des pluies ? Un géologue a été appelé, car l'exploitation agricole est importante. En attendant sa venue, l'abbé Durand a machinalement cueilli une baguette dans la haie la plus proche. « Votre puits est bien placé, dit-il, mais cependant je crois qu'il y a plus d'eau à quelques mètres vers la droite de l'excavation. » L'expert déclare que le puits est à l'endroit apparemment le meilleur, sur l'unique nappe de quelque importance possible sur cette hauteur isolée, où l'eau se rencontre dans une poche sableuse séparée du massif calcaire par une mince couche d'argile feuilletée. A quelque temps de là, le châtelain écrit : « Vous souvient-il que lors de notre promenade, baguette en main, vous disiez qu'à votre avis le grand puits du potager était un peu excentrique au courant souterrain, que vous présumiez passer à côté ? (Du côté droit en regardant la ferme). Eh bien ! nous avons curé ce puits, l'eau ayant beaucoup baissé. Or nous avons constaté que, en ce moment, l'eau vient à peu près exclusivement de ce côté droit ».

Enfin, — il faut se borner, — la maison de campagne d'un séminaire se trouvait démunie à l'époque des vacances scolaires, la sécheresse ayant tari les puits. Sur ce plateau à pente très faible, où l'eau de surface se rencontre un peu partout au niveau de l'argile yprésienne, la géologie est un médiocre secours, puisqu'en trois endroits d'un espace restreint la nappe semble épuisée. Pourtant la baguette réagit encore, comme si un petit ruisselet souterrain, qu'elle suit de part et d'autre de l'enclos sur plusieurs centaines de mètres, donnait quelque espoir. Cela semble une gageure, car le point choisi pour la fouille est à vingt mètres à peine d'un

puits desséché. Les séminaristes veulent en avoir le cœur net ; ils empruntent une sonde de puisatier. Leur forage, qui n'est même pas tubé, s'éboule au niveau des sables aquifères. Une pompe placée dans le trou de vingt centimètres de diamètre, donne chaque jour deux cents litres d'eau pendant les deux semaines des vacances.

Évidemment tout cela est peu de chose : peut-on cependant l'expliquer uniquement par le flair géologique guidant l'auto-suggestion ?

Signalons, en terminant ce simple exposé, une remarque assez curieuse de Monsieur Durand. Lorsqu'il prospecte les environs immédiats d'un courant coulant à l'air libre ou sous la terre, sa baguette ne réagit pas seulement dans une zone centrale à l'aplomb du ruisseau. Mais, de part et d'autre, elle traverse d'ordinaire trois, quatre, et quelquefois cinq zones symétriques par rapport à l'axe du courant, où des phénomènes de même ordre se reproduisent, comme si, parallèlement au lit, il existait trois, quatre, cinq bandes d'influence séparées par autant de bandes de silence. L'analogie paraîtra singulière avec ce que nous savons des mouvements vibratoires, des interférences d'ondes électriques, sonores, lumineuses... Coïncidence peut-être, mais qui valait d'être notée.

Que conclure ? Notre ami Durand garde sa conviction que le problème des sourciers n'est pas résolu *a priori* par une fin de non-recevoir, et que l'auto-suggestion, souvent constatée, toujours difficile à éviter complètement, ne donne pas de tous ces faits une explication adéquate.

CHARLES POISSON.

BIBLIOGRAPHIE

I

La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799). Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle, par Jean Mascart, professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Observatoire de Lyon. Introduction par M. Émile Picard, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Un vol. in-8° de VIII-821 pages, fascicule 33 de la Nouvelle Série (II, Droit, Lettres) des Annales de l'Université de Lyon. — Lyon, Rey ; Paris, Picard, 1919.

Le volume de M. Mascart est une œuvre d'érudition qu'il faut juger comme telle. Une lecture attentive du titre de ce travail fait prévoir qu'il en contient en réalité deux ; mais, au lieu de se suivre, comme on pourrait le croire, ils se compénètrent du commencement jusqu'à la fin. Ce sont : d'abord, *La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda* ; ensuite, des *Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle*. Nous ne serions pas surpris si plus d'un lecteur trouvait que le plan général de M. Mascart prête un peu le flanc à la critique ; car, il faut l'avouer, les *Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle* se rattachent parfois à la biographie de Borda par un lien assez artificiel et viennent couper à l'improviste le récit. Défaut qui eût entaché une œuvre purement littéraire, mais d'une importance beaucoup moins sérieuse dans un travail d'érudition. Or, c'est un travail de ce genre que M. Mascart a voulu nous donner, et, encore une fois, nous le jugerons comme tel. Ceci entendu, j'ajoute immédiatement que ce travail est le fruit de longues recherches, et qu'il faut en penser beaucoup de bien.

« Le nom du chevalier de Borda, dit M Émile Picard dans l'*Introduction*, n'est certes pas ignoré. Il rappelle à beaucoup deux ou trois instruments, mais bien peu savent quelle fut la haute valeur du savant, dont l'activité prodigieuse s'est portée sur les mathématiques, l'astronomie, la physique, et qui sut appliquer de la façon la plus heureuse ses connaissances théoriques à la navigation et à la géodésie ».

Après la lecture de ce passage, j'ai ouvert, pour rafraîchir mes souvenirs, l'*Histoire de l'Astronomie au XVIIIe siècle* par Delambre (Paris, Bachelier, 1827). L'historien français, qui avait personnellement connu Borda, en parle avec éloges à plusieurs reprises, notamment dans sa notice sur Tobie Mayer (p. 446). Mais il le fait toujours en termes fort courts. Borda méritait mieux, cependant. A-t-il aujourd'hui une biographie digne de lui ? J'hésite à répondre. Mais, s'il fallait dire non, le coupable serait Borda lui-même et pas du tout son biographe. Le chevalier était trop grand seigneur, trop imbu des préjugés de caste, pour se faire valoir comme savant. Il eût cru déroger. En conséquence, il a peu publié et n'a pas laissé de correspondance scientifique. Malgré les patientes et minutieuses recherches de M. Mascart, nous sommes loin de connaître Borda comme nous le souhaiterions. Et cependant il est à craindre que, faute de plus amples documents, le Directeur de l'Observatoire de Lyon n'ait épuisé le sujet. Quel dommage !

Voilà pour la vie et l'œuvre de Borda. Mais comment résumer en quelques lignes les multiples dissertations qui forment l'objet des *Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle* ? Donnons du moins le titre de quelques-unes parmi les plus importantes : Aperçu de la situation de la Marine française au début de la carrière de Borda ; Réorganisation de la Marine française à la fin de la royauté ; Histoire de l'Académie de Marine (dissertation particulièrement intéressante) ; Recherches sur la construction des Tables de la Lune et sur les vicissitudes de la solution du problème des longitudes. Cette étude est à rapprocher de l'*Histoire de la Longitude à la mer au XVIIIe siècle en France*, par F. Marguet. Ce dernier, lieutenant de vaisseau et professeur à l'École navale, traite le sujet sous un aspect très géné-

ral. M. Mascart restreint le point de vue et s'attarde plus aux contributions apportées par Borda au problème des longitudes. Il peut ainsi entrer dans des détails qui eussent trop allongé le mémoire de M. Marguet.

Réflexion d'un autre genre : en ouvrant le volume de M. Mascart, on est tout d'abord frappé par le nombre et l'étendue des notes du bas des pages. Bientôt on s'aperçoit que cette prolixité apparente provient d'une idée, originale et bonne somme toute, de l'auteur : celle de nous donner une courte biographie de tous les personnages nommés dans le texte courant. Ceux-ci sont nombreux. Quelques-uns encore restent aujourd'hui connus, mais la plupart sont parfaitement oubliés. Les notices biographiques de ces derniers ont une réelle utilité. Elles donnent du prix à l'ouvrage de M. Mascart. Un index des noms propres y facilite les recherches. Le lecteur qui voudrait éplucher ces notices y trouverait bien çà et là quelques inexactitudes. C'est ainsi que les biographies consacrées aux Belges, par exemple, sont puisées à des sources sérieuses mais un peu vieillies. On peut reprocher à ces notes de ne pas tenir assez compte des travaux parus dans notre pays pendant les années qui précédèrent de peu la guerre. Je fais en particulier allusion aux notices de Stévin, Snellius, Gemma Frisius et Michel Florent van Langren. Mais il importe de ne pas outrer la portée de ma remarque. Il serait ridicule de ma part de vouloir qu'un étranger connût tous nos travaux de *folklore*. Mais, écrivant en Belgique, je pouvais difficilement ne pas dire, en passant, qu'il y a là quelque rectification à faire.

L'ouvrage se termine par près de 200 pages de pièces annexées. On y remarque, avec d'autres documents, de précieux appendices bibliographiques. Comme on le voit, le mémoire de M. Mascart fait honneur aux ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON.

H. BOSMANS.

II

PAUL TANNERY. MÉMOIRES SCIENTIFIQUES, publiés par J. L. HEIBERG. Tome IV. *Sciences exactes chez les Byzantins* (1884-1919). Un vol. in-4° de XIII-442 pages et

9 planches photogravées hors texte. — Toulouse, Edouard Privat ; Paris, Gauthier-Villars, 1920.

Le quatrième volume des *Mémoires Scientifiques* de Paul Tannery se rapporte à une période de l'Histoire de la science beaucoup moins brillante que celle qui a fait l'objet des études publiées dans les trois premiers volumes. Nous y chercherions vainement de grands noms à mettre en parallèle avec ceux d'Archimède, d'Euclide, d'Apollonius, de Diophante ou de Ptolémée ; et même d'autres noms moins illustres, comparables à ceux de Héron ou de Pappus, qu'on rencontrait à chaque instant, sous la plume de Tannery, dans les premiers volumes. Peut-être pour quelques lecteurs ce tome IV sera-t-il un peu moins intéressant que ses trois aînés ; mais, ce ne sera certainement pas le cas pour les spécialistes de l'Histoire des Sciences ; car, à leur point de vue, les sujets traités par Paul Tannery sont le plus souvent aussi importants que nouveaux.

Je crois utile d'indiquer avec précision les recueils où chacun des articles a été publié pour la première fois. Les voici :

1° *Manuel Moschopoulos et Nicolas Rhabdas* (BULLETIN DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, 1884, 2e série, t. VIII, pp. 263-277). Mémoire qui se rapporte à l'arithmétique des Byzantins, et qui renferme notamment des détails curieux sur les carrés magiques, l'extraction de la racine carrée, etc. — 2° *Le Scholie du moine Neophytos sur les chiffres hindous* (REVUE ARCHÉOLOGIQUE, 1885, 3e série, t. V, pp. 97-102) contient le texte grec du « Scholion » avec sa traduction, le tout précédé d'une introduction. — 3° *Le Traité de Manuel Moschopoulos sur les carrés magiques. Texte grec et traduction* (ANNUAIRE DE L'ASSOCIATION POUR L'ENCOURAGEMENT DES ÉTUDES GRECQUES EN FRANCE, 1886, pp. 88-118). — 4° *Notice sur les deux lettres arithmétiques de Nicolas Rhabdas. Texte grec et traduction* (NOTICES ET EXTRAITS DES MANUSCRITS DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE, 1886, t. XXXII, 1re partie, pp. 121-252). Cantor a résumé en quelques lignes l'intérêt particulier de ces lettres. Elles renferment, dit-il, un recueil de problèmes élémentaires d'arithmétique usuelle, qui est le plus ancien

de la littérature grecque connu jusqu'ici *(Vorlesungen ueber Geschichte der Mathematik*, 3e éd., t I, Leipzig, Teubner, 1907, p. 514). — 5° *Les chiffres arabes dans les manuscrits grecs.* (REVUE ARCH., 3e série, t. VII, 1886, pp. 355-360). — 6° *Théodore Prodrome sur le grand et le petit A Italicos. Texte grec inédit et notice* (ANN. DE L'ASS. POUR L'ENC. DES ÉT. GR. EN FRANCE, 1887, pp. 104-117). — 7° *Les noms de mois attiques chez les Byzantins* (REV. ARCH., 3e série, t IX, 1887, pp. 23-36) — 8° *Notes critiques sur le traité de l'Astrolabe de Philopon* (REVUE DE PHILOLOGIE, t. XII, 1888, pp. 60-73). — 9° *Psellus sur la grande année* (REVUE DES ÉTUDES GRECQUES, t. V, 1892, pp. 206-211). — 10° *Psellus sur les nombres* (REV. DES ÉT. GR., t. V, 1982, pp. 342-347). — 11° *Psellus sur Diophante* (ZEITSCHRIFT FUER MATHEMATIK UND PHYSIK. Histor.-literar. Abth. XXXVII, 1892, pp. 41-45). — 12° *Le calcul des parties proportionnelles chez les Byzantins* (REV. DES ÉT. GR., t. VIII, 1894, pp. 204-208). — 13° *Les éphémérides chez les Byzantins. Œuvre posthume* (BULL. DES SC. MATH., 2e série, t. XXX, 1906, pp. 59-60).

Ces 13 premiers numéros n'étant que des rééditions, nous avons pu nous contenter de les énumérer sans presque y ajouter de commentaires ; mais il faut bien nous étendre un peu plus sur le *Rabolion*. C'est une œuvre posthume considérable, relative aux traités de géomancie arabes, grecs et latins, publiée ici pour la première fois. Paul Tannery y apparaît sous un jour nouveau assez inattendu. La compétence me manque pour analyser ce travail, mais je transcris l'« Avant-Propos » des éditeurs qui me semble en donner une idée suffisante.

« Paul Tannery avait consacré un travail assez considérable à la préparation d'un mémoire sur un procédé de divination appelé le *Rabolion* ou *Géomancie*, cela non pas à cause de l'intérêt du sujet en lui-même—il est faible —, mais parce que des traités de géomancie se rencontrant chez les Arabes, les Byzantins, les Latins et chez les auteurs du Moyen Age, on a là l'occasion d'une curieuse étude d'histoire littéraire comparée. M. P. Meyer a naguère publié dans la *Romania* un mémoire sur un traité de géomancie en vers en langue provençale. Il a accompagné ce texte de renseigne-

ments et de discussions sur les morceaux de ce genre laissés par le Moyen Age. Tannery a surtout eu en vue les rédactions latines et byzantines. Quoique son travail soit resté inachevé, nous le publions dans l'état où il l'a laissé. Il est assez avancé pour être utile à l'érudition.

» Ce mémoire se compose :

» 1° D'une introduction en quatre sections sur l'histoire du mot *Geomancie*, le traducteur Hugo Sanccelliensis, l'*Ars geomantiae* et la *Géomantia nova*, et la technique de la géomancie. Les sections II et IV paraissent inachevées.

» 2° De fragments de deux manuscrits grecs : le 2424 et le 2419 de la Bibliothèque Nationale de Paris ; la copie de ces morceaux a été revue par M. H. Lebègue ; ils ont été ensuite corrigés et annotés par M. J. L. Heiberg.

» 3° De deux fragments de manuscrits latins : le 7354 de la Bibliothèque Nationale et un manuscrit de la Laurentienne de Florence, déjà cité dans l'étude de P. Meyer. La copie de ces manuscrits a été revue par M. Fourier-Bonnard; les corrections et annotations sont de M. Heiberg.

» A ces trois parties M. le baron Carra de Vaux a ajouté un chapitre sur la géomancie chez les Arabes, nécessaire pour compléter l'ensemble et permettre une comparaison générale des textes.

» Le tableau qui termine le mémoire avait été préparé par Tannery. »

Le volume se termine par un article sur l'histoire des chiffres publié dans la *Grande Encyclopédie ;* enfin par des Additions et des Tables. Signalons enfin neuf belles photogravures hors texte. Il nous reste à remercier Madame Paul Tannery de l'activité avec laquelle elle poursuit la publication des *Mémoires* de son mari.

H. Bosmans.

III

Guida allo studio della Storia delle matematiche, par Gino Loria, professeur à l'Université de Gênes. Un vol. in-16 de xvi-228 pages, de la collection des *Manuali Hœpli*. — Milan, Hœpli, 1916.

De plusieurs côtés on m'a demandé pourquoi je n'avais pas encore présenté aux lecteurs de la Revue le *Guide* de

M. Loria, et la question m'était même parfois posée sur un ton de reproche. La vérité est que ce petit volume a paru en 1916 pendant la guerre et qu'il avait échappé à mon attention ; mais sans chercher à m'excuser, je répare mon oubli.

Et tout d'abord, rappelons en quelles circonstances le *Guide* vit le jour Au cours des dernières années qui précédèrent la guerre, un échange de vues intéressant eut lieu entre MM. Loria et Eneström relativement au meilleur instrument à mettre entre les mains des étudiants qui veulent aborder l'histoire des mathématiques. M. Eneström prônait la rédaction d'un précis d'histoire *exempt de toute erreur*. Ce serait parfait, si pareil projet était réalisable. Mais comment arriver à une pareille exactitude en matière d'histoire? Aussi, tout en engageant M. Eneström à tenter l'entreprise, s'il s'en croyait capable, je n'ai pas caché, dans mon *Bulletin d'histoire des mathématiques* de 1914, combien je la croyais décevante, difficile, voire impossible.

M. Loria préférait une bibliographie des auteurs à consulter, dans laquelle les titres des ouvrages eussent été accompagnés de notes succinctes sur leurs qualités et leurs défauts. C'est l'idée qu'il défendit, en 1908 et 1909, par de nombreux articles qui parurent dans des recueils divers, tels que les ATTI DEL IV CONGRESSO DEI MATEMATICI (t. 3, 1908), l'ARCHIV FÜR DIE GESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK (t. I, 1908), la BIBLIOTHECA MATHEMATICA (3e série, t. IX, 1909), etc., et c'est cette bibliographie que le professeur de Gênes nous donne aujourd'hui.

Le *Guide* se divise en deux parties : 1° Préparation directe à l'étude de l'histoire des mathématiques; 2° Sciences auxiliaires, nécessaires à l'histoire des mathématiques.

La première partie est excellente. L'auteur, s'il ne les a pas lus en entier, eut certainement en mains les ouvrages qu'il signale et en prit connaissance. Il les apprécie en quelques lignes, judicieusement et avec compétence. On aurait mauvaise grâce à lui faire chicane pour quelques omissions inévitables dans un travail de ce genre. Il faut au contraire le féliciter, notamment pour tout ce qui concerne l'histoire des mathématiques grecques ; c'est un chapitre particulièrement bien soigné.

Peut-être est-il plus difficile d'apprécier équitablement la seconde partie, car, pour ne pas être trop sévère, il importe de se rappeler le but de l'auteur. M. Loria écrivant en italien et pour des débutants, — disons pour des élèves d'université — s'adresse à des étudiants italiens. Je reconnais sans ambages que pour eux cette seconde partie est suffisamment complète et très bonne, à condition toutefois de l'utiliser avec les précautions que M. Loria lui-même les avertit d'y apporter. Mais pour les jeunes belges et les jeunes français qui se serviront du *Guide* de M. Loria, comme d'ailleurs je les y engage, cette seconde partie est vraiment trop abrégée en ce qui concerne les renseignements sur leur propre pays. A cela, encore une fois, M. Loria me répondra probablement qu'il a écrit pour ses compatriotes. D'accord, et je ne lui en fais aucun reproche ; mais ce compte rendu paraissant dans une revue étrangère à l'Italie, il me semble bon, pour éviter tout malentendu, de mettre un peu en garde nos jeunes compatriotes.

H. Bosmans.

IV

Pour comprendre l'Arithmétique. — Pour comprendre l'Algèbre, par l'Abbé Th. Moreux. Collection : *Bibliothèque d'Éducation Scientifique.* — Deux vol. in-16 de 211 et 251 pages. — Paris, Doin, 1921.

« Il a dû vous arriver bien souvent de jeter un coup d'œil sur les traités de physique et de mathématiques et d'être attirés par les sujets qu'on y développe : alors que votre esprit s'attachait aux grands problèmes abordés par les savants et que l'intérêt augmentait à chaque page, soudain, vous étiez arrêtés par des signes bizarres entremêlés des lettres de l'alphabet romain ou grec. Dès cet instant, vous cessiez de comprendre, et, rebutés, vous fermiez le livre pour ne plus jamais l'ouvrir. »

C'est ainsi que débute l'introduction du premier de ces volumes, et ces lignes suffisent à caractériser le genre de lecteurs auxquels les deux ouvrages sont destinés.

Il ne faudrait pas se laisser induire en erreur par les

titres. En écrivant « *Pour comprendre l'Arithmétique* » et « *Pour comprendre l'Algèbre* », l'auteur n'avait l'intention ni de faire un traité d'arithmétique raisonnée, ni d'expliquer à fond le mécanisme de l'algèbre.

A tous ceux qui n'ont reçu qu'une instruction primaire et que l'étude des sciences exactes intéresse, il a voulu fournir le moyen de comprendre, autant que possible, les publications où les questions scientifiques sont exposées dans un langage mathématique élémentaire.

La méthode est simple. Elle consiste à résoudre avec le lecteur une suite graduée de problèmes variés, faciles, intéressants, et à surmonter ainsi la plupart des difficultés qui arrêtent d'ordinaire les débutants.

Voici l'ordre suivi dans « *Pour comprendre l'Arithmétique* ». Après une courte introduction, l'auteur donne sept leçons respectivement sur les fractions, sur les puissances des nombres, sur le système métrique, sur les règles de trois, sur la règle d'intérêt, sur l'escompte, la rente, les actions et les obligations, sur les trucs et les artifices de calcul. Une huitième leçon met à la disposition du lecteur un recueil de tables destinées à faciliter beaucoup de calculs.

Le livre « *Pour comprendre l'Algèbre* » contient une introduction et neuf leçons sur l'objet de l'algèbre, sur les équations du premier degré à une inconnue, sur les équations du premier degré à plusieurs inconnues, sur les quantités algébriques et les symboles, sur les équations du second degré et sur les carrés, sur les rapports, les proportions et les progressions, sur les logarithmes, sur le calcul des probabilités.

R. Allard.

V

I — Éléments d'Analyse mathématique à l'usage des candidats au certificat de mathématiques générales, des ingénieurs et des physiciens. Cours professé à l'École centrale des Arts et Manufactures, par Paul Appell, membre de l'Institut ; 4e édition entièrement refondue. Un vol. de x-715 pages (17 × 25). — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

II. — Éléments de la théorie des Vecteurs et de la Géométrie analytique, par P. Appell, membre de l'In-

stitut, recteur de l'Université de Paris. Un vol. de 147 pages (11 × 16) de la « Collection Payot ». — Paris, Payot, 1921.

I) La première édition de cet ouvrage, publiée en 1898 chez G. Carré et C. Naud à Paris, fut présentée dans cette REVUE par le regretté P. Mansion (1). L'éminent professeur de Gand, sans ménager les critiques de détail, rendait hommage surtout aux qualités pédagogiques des Leçons de M. P. Appell, alors professeur à Centrale depuis trois ans.

La prédiction qui terminait son compte rendu s'est réalisée. Les *Éléments d'analyse* d'Appell, aussi clairs, mais plus modernes que le cours de Sturm, sont devenus classiques dans les Écoles d'ingénieurs, et leur succès est bien dû à la grande clarté d'exposition qui les distingue.

Dès la seconde édition l'auteur a ajouté, comme le souhaitait Mansion, une introduction, peu détaillée il est vrai, sur la recherche des dérivées des fonctions.

Il n'a guère modifié la forme géométrique des démonstrations, fréquemment jugées trop laborieuses par voie d'analyse pure. Les lecteurs soucieux avant tout de s'outiller pour les calculs de la géométrie, de la mécanique et de la physique, lui sauront gré de leur fournir ainsi un point d'appui dans l'intuition concrète ; mais ils devront ne pas oublier les hypothèses de simplicité que suppose cette intuition. Quant aux futurs analystes, ils se souviendront que ces leçons ne veulent leur offrir que des *Éléments ;* ils auraient tort d'y chercher les fondements logiques et la déduction rigoureuse de leur science.

Édité une troisième fois, l'ouvrage contenait des développements nouveaux préparatoires à l'étude de la mécanique et de la physique : formules pour la détermination des centres de gravité et des moments d'inertie, notions d'intégrales prises le long d'une courbe ; calcul des intégrales de Fresnel ; formules d'Ostrogradsky ou de Green, flux, divergence, tourbillons.

Voici les principales additions faites dans cette quatrième édition : formule de Taylor ; application des différentielles totales de deux variables à la théorie mécanique de la

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. XLV, avril 1899. pp. 596-603.

chaleur et notamment aux théorèmes de Clausius et de Mayer ; démonstration de la formule d'Ampère et de Stokes d'abord dans le plan, puis dans l'espace ; définition générale d'une intégrale définie (idée fondamentale, très utile, due à M. Globa Mikaïlenko) ; intégrales singulières des équations du premier ordre ; méthode de la variation des constantes pour l'intégration des équations différentielles linéaires de tout ordre.

II) Ce petit volume ne prétend pas dépasser les éléments; il n'expose que les notions vectorielles fondamentales : vecteurs, somme géométrique, moments, produit intérieur ou scalaire, produit extérieur ou vectoriel des vecteurs ; mais il en déduit avec netteté, les notions et les théorèmes principaux de la géométrie analytique à deux et à trois dimensions : coordonnées, équation d'une ligne, droite, courbes planes, cercle, coniques rapportées à leur axe de symétrie, équations des surfaces et des lignes, plans, droites, sphère. Excellente initiation à l'emploi de l'algèbre en géométrie, ce livret, clairement imprimé, soulage aussi la mémoire des formules, en suggérant des intuitions qui la facilitent.

H. D.

VI

TRAITÉ DE NOMOGRAPHIE. ÉTUDE GÉNÉRALE DE LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE COTÉE DES ÉQUATIONS A UN NOMBRE QUELCONQUE DE VARIABLES. APPLICATIONS PRATIQUES, par MAURICE d'OCAGNE, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Polytechnique. Deuxième édition, entièrement refondue, avec de nombreux compléments Un vol. in-8° de XXIV-483 pages. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921.

Il faudrait de nombreuses pages pour analyser ce nouvel et remarquable ouvrage du créateur de la Nomographie (1). Nous nous bornerons, faute de place, à en donner plus loin un résumé très succinct. Mais auparavant, nous émettrons quelques idées générales, qui nous ont été inspirées par la lecture de cette publication.

(1) En Belgique on dit couramment la « Nomographie de d'Ocagne ».

On sait que les calculs numériques absorbent un temps et un personnel considérables dans tous les domaines techniques. L'artillerie moderne notamment ne saurait régler convenablement son tir, eu égard aux conditions d'éloignement, de site, de température, de pression barométrique, etc., sans effectuer sur place, sous le feu de l'adversaire et avec la plus grande célérité, les nombreux calculs que comporte le réglage.

L'armée française est, si nous ne nous trompons, la première qui ait compris les immenses services que peut rendre la Nomographie. Elle a institué, au cours de la dernière guerre, un service nomographique, et en a confié l'organisation et la direction à M. d'Ocagne lui-même. Les officiers belges appelés à assister à ses leçons ont été émerveillés, et les calculs nomographiques sont devenus de pratique courante dans l'artillerie belge, à tel point, si nos renseignements sont exacts, que ces calculs font l'objet de prescriptions quasi réglementaires.

La Nomogaphie rend les mêmes services dans toutes les branches de l'art de l'ingénieur, en astronomie, en géodésie, en topographie, et dans les bureaux financiers.

Nous avons tenu à proclamer ici la grande utilité de la Nomographie pour mettre en évidence l'opportunité de créer des chaires de Nomographie dans les écoles militaires et techniques (1).

Nous avons entendu maintes fois déplorer l'absence de ces chaires, et accuser les autorités académiques d'injustice parce que la géométrie descriptive a pris place dans l'enseignement immédiatement après la publication de l'ouvrage de Monge, tandis que la Nomographie, aussi utile que cette géométrie, n'a généralement pas encore de titulaires quoiqu'elle soit née depuis 1891.

Ce reproche n'est pas tout à fait justifié, car il y a une grande différence entre les deux cas. En effet, Monge n'a ni inventé ni créé la géométrie descriptive. Les charpentiers, les tailleurs de pierre, les auteurs des traités de perspective connaissaient et pratiquaient la représentation des corps par

(1) L'Université de Louvain est entrée dans cette voie par l'organisation, dès 1899, d'un cours facultatif de Nomographie à ses Écoles spéciales.

leurs projections orthogonales sur des plans horizontaux et verticaux. La projection orthogonale du globe terrestre ou de la sphère céleste sur un plan était connue avant Monge. Les militaires chargés de construire les ouvrages de fortification conformément aux idées de Vauban, n'y seraient pas parvenus s'ils n'avaient pu représenter ces ouvrages par leurs projections orthogonales.

Monge, en publiant le premier traité de géométrie descriptive, a seulement réuni en un corps de doctrine, amélioré et complété les procédés employés par les technologistes.

Il n'en est pas de même de la Nomographie. Les procédés exposés par M. d'Ocagne étaient inconnus avant lui, et les applications qui en ont été faites par d'autres, notamment par nous-même, sont seulement des fruits de l'arbre planté par l'éminent nomographe français.

En résumé, la science créée par ce dernier est encore très jeune, et ainsi s'explique qu'on n'ait pas encore décidé de l'inscrire dans les programmes des écoles sur la liste des cours confiés à des titulaires distincts.

A la campagne que nous avons menée plusieurs fois dans ce sens on a objecté qu'on devait attendre, et qu'une science, jeune comme la Nomographie, devait subir des progrès pour mériter l'autonomie.

Cet argument s'évanouit à la lecture attentive des écrits de M. d'Ocagne.

La première édition de son traité de Nomographie a épuisé tout le sujet.

La deuxième édition dont nous nous occupons ici, renforce encore notre manière de voir. La question y est prise *ab ovo*, et exposée d'une manière si complète qu'un professeur qui serait chargé d'un cours de Nomographie pourrait se borner à glaner dans le volume, et n'aurait plus rien à ajouter de son cru.

Il nous suffira, pour justifier cette conclusion, de donner ci-après un résumé très succinct de la nouvelle édition. Nous insisterons particulièrement sur les nombreux points par lesquels cette deuxième édition diffère de la première.

Le premier chapitre s'occupe de la *Représentation dans le cas de deux variables* au moyen des échelles accolées et de la construction de ces échelles. — Le deuxième chapitre est

consacré à la *Représentation par lignes concourantes dans le cas de trois variables :* c'est dans ce chapitre qu'on passe graduellement des abaques cartésiens, qui furent les premiers essais nomographiques, au cas général dans lequel l'anamorphose des abaques cartésiens a transformé ceux-ci dans un triple faisceau de lignes cotées, particulièrement avantageux dans le cas fort étendu où l'équation représentée peut être transformée de manière que chacune de ces lignes cotées soit une droite. — Le troisième chapitre est intitulé : *Représentation par lignes concourantes dans le cas de plus de trois variables.* Il est presque entièrement nouveau. Il s'agit d'abord des systèmes *ramifiés* dans lesquels la superposition d'un nombre convenable de faisceaux cotés permet la résolution d'une équation dans laquelle les paramètres indépendants déterminés dans chaque cas particulier sont en nombre quelconque ; cette superposition de faisceaux cotés équivaut analytiquement à la substitution à l'équation proposée d'un nombre suffisant d'équations écrites chacune entre trois variables, moyennant l'introduction de variables auxiliaires, et de manière que l'élimination de ces dernières reconstitue l'équation proposée ; les *lignes à deux cotes* constituent une disposition particulière de ces nomogrammes, et nous en trouvons des applications dans les nomogrammes de la formule des annuités, de la formule de jauge adoptée par l'Union des Yachts français, de la résolution des triangles rectilignes dont un angle est connu. Il s'agit ensuite des *abaques hexagonaux,* soit à glissement, soit à échelles binaires, soit à échelles multiples, avec leurs applications au calcul des intérêts composés, à celui de la poussée des terres (d'après la formule de M. Boussinesq), à celui de l'erreur de réfraction dans les nivellements, à celui de la déviation du compas en un point quelconque du globe.

Les chapitres suivants développent la théorie et les applications de la belle méthode par points alignés dont on peut presque dire qu'elle constitue aujourd'hui la Nomographie proprement dite et qui est due pratiquement à cette idée de M. d'Ocagne de transporter dans le domaine tangentiel les représentations cotées du domaine ponctuel. — *La représentation par points alignés dans le cas de trois variables* fait

l'objet du quatrième chapitre, dans lequel l'édition actuelle consacre un paragraphe nouveau aux *nomogrammes à trois échelles rectilignes quelconques,* dont les intersections constituent des points critiques sur lesquels l'attention doit être attirée : en voici des applications dans la transformation nomographique de la formule des lentilles sphériques et dans le calcul de l'angle dont le sinus vaut le produit des sinus ou des tangentes de deux angles donnés. C'est aussi dans un paragraphe nouveau de ce même chapitre que sont étudiés les nomogrammes à points alignés dont les échelles ont pour support des *sections coniques :* les ingénieurs y trouveront un nomogramme nouveau pour le calcul du fruit intérieur des murs de soutènement.

Dans le cinquième chapitre, — *Représentation par points alignés dans le cas de plus de trois variables,* — nous trouvons des nouveautés importantes : les *nomogrammes coniques à double alignement,* comme celui de la vitesse d'écoulement dans les canaux à section trapézoïdale ; *les nomogrammes à points condensés,* comme celui du calcul du temps de montée d'un avion en fonction de l'altitude, de la hauteur de plafond de l'avion et de la vitesse ascensionnelle au départ ; des compléments sur les *points à deux cotes,* en particulier les nomogrammes à points coplanaires et la combinaison de l'alignement multiple avec les points à deux cotes, appliquée à la recherche des épaisseurs minima des pales d'hélice d'avion vers le moyen ; la *résolution générale des triangles sphériques ;* et, surtout, les applications de la Nomographie à la préparation *du tir de l'artillerie,* telles que M. d'Ocagne les a mises sur pied, pendant la guerre, à la Section de Nomographie de l'Armée.

Les exposés qui font l'objet du sixième et dernier chapitre, — *Représentation au moyen d'éléments mobiles,* — ont été profondément remaniés. Parmi les paragraphes que ce remanienement a particulièrement atteints, citons les généralités sur les *index mobiles* et les *systèmes mobiles à deux degrés de liberté.* Ce chapitre se termine par la *théorie morphologique générale* de toutes les représentations graphiques cotées possibles, théorie par laquelle, du point de vue mathématique, M. d'Ocagne se montre le créateur de la Nomographie, y compris tous les développements qu'elle recevra jamais.

É. Goedseels.

VII

Géométrie perspective, par M. Emanaud, chef des travaux graphiques à l'École Polytechnique, de la Bibliothèque de Mathématiques appliquées de l'Encyclopédie scientifique. Un vol. in-18 jésus de xv-432 pages. — Paris Doin, 1921.

Nous commencerons par féliciter M. Emanaud de l'heureux choix de son titre : *Géométrie perspective*, comme faisant pendant à la géométrie descriptive ; c'est bien cela, car il s'agit ici d'un ensemble de procédés géométriques spéciaux ramenant les faits de l'espace à une représentation plane, comme le font ceux de la géométrie descriptive, cette représentation plane résultant seulement ici d'une projection conique, au lieu d'une projection orthogonale.

Sans négliger le moins du monde, comme on le verra plus loin — et même tout au contraire, — la face du sujet qui concerne les représentations artistiques, l'auteur a voulu donner à son exposé une solide base géométrique; et c'est pourquoi il y débute par un résumé clair et substantiel des notions fondamentales de la géométrie projective, suivant en cela, comme il en fait lui-même la remarque, l'exemple de M. d'Ocagne dans son cours de l'École Polytechnique. Ces notions d'homographie et d'homologie, présentées sous une forme simple et rigoureuse dans l'Introduction, débordent, au reste, un peu les stricts besoins de l'application que l'auteur a ici en vue et constitueront pour le lecteur une initiation facile à une théorie féconde en conséquences de toute sorte dans des disciplines d'ordre divers.

Les relations de cette théorie avec la perspective sont mises en évidence dès le Chapitre I où sont posées les définitions et passées en vue les généralités concernant le sujet.

La mise en perspective est traitée au Chapitre II ; tous les tracés de valeur pratique y sont successivement indiqués, y compris celui si curieux et si remarquable, encore peu connu, du lieutenant-colonel de la Fresnaye qui permet, moyennant l'emploi d'un faisceau de trois droites faisant

entre elles des angles déterminés, d'effectuer toute la mise en perspective *sans lignes de construction* (1).

Les constructions directes, dont l'ensemble constitue à proprement parler le *trait de perspective*, font l'objet du Chapitre III. L'auteur saisit très heureusement cette occasion de rappeler la méthode, trop oubliée, de Cousinery qui, sous sa forme systématique, peut être regardée comme le pendant, en géométrie perspective, de celle de Monge en géométrie descriptive. Il expose ensuite l'ingénieuse méthode de perspective directe du capitaine Coblyn, fondée sur l'emploi des diamètres apparents et montre comment la mise en œuvre du principe sur lequel elle repose peut être modifiée lorsqu'aux angles mesurés dans les plans verticaux, ou angles de site, on substitue leurs tangentes trigonométriques, ou pentes de site.

Les problèmes d'ombres sont traités en détail dans le Chapitre IV, et les éléments de la perspective cavalière exposés sous une forme très pratique au Chapitre V.

La restitution perspective, y compris l'exécution de la perspective relief, très justement comparée par l'auteur à une « semi-restitution », fait l'objet du Chapitre VI.

Un chapitre spécial, portant le n° VII, est consacré aux instruments perspecteurs. Sans entrer dans le détail de toutes les solutions qui ont été proposées, l'auteur, par quelques exemples bien choisis, fait nettement saisir les ressources que la géométrie, combinée avec la cinématique appliquée, peut offrir à cet égard. Il montre très clairement comment l'homographie peut, en vue de ce problème, être utilisée sous sa forme la plus générale et indique divers modes de particularisation de cette solution générale aboutissant à des procédés vraiment pratiques.

Les deux chapitres suivants ont trait à l'utilisation des principes de la perspective en vue des représentations artistiques. Lorsqu'il s'agit, par une représentation plane,

(1) C'est dans le journal LA CONSTRUCTION MODERNE qu'en 1909, M. de la Fresnaye a fait connaître son procédé, auquel M. d'Ocagne a consacré une note de l'Appendice de son *Cours de Géométrie pure et appliquée de l'Ecole Polytechnique* (T. I, p. 349), qu'il a encore simplifiée depuis lors dans une note parue dans les NOUVELLES ANNALES DE MATHÉMATIQUES (1910, p. 89).

d'évoquer chez le spectateur l'impression que produirait en lui la vision directe d'un certain ensemble d'objets en relief, il ne saurait être question de recourir à une perspective géométrique exacte correspondant à un point de vue déterminé ; on risquerait ainsi d'introduire, dans les diamètres apparents des diverses parties de l'ensemble représenté, des altérations sensibles correspondant, dans la reconstitution qu'opère instinctivement notre cerveau, à des déformations choquantes. La représentation artistique doit donc résulter d'un compromis entre les perspectives exactes répondant à tous les points de vue compris entre certaines limites à l'intérieur desquelles doit être supposé placé le spectateur. Certaines règles de la perspective géométrique ne sauraient être enfreintes sans détruire radicalement l'illusion que l'artiste cherche à faire naître : par exemple, la convergence en un même point de fuite des perspectives de droites parallèles ; d'autres, au contraire, doivent nécessairement être négligées : par exemple, l'inégalité de largeur, sur la perspective, de colonnes ayant, dans la réalité, la même épaisseur, etc.

Tout cet ordre d'idées soulève des questions très délicates, indiquées par l'auteur d'une touche sûre, et sans aucune lourdeur, dans le Chapitre VIII qui vise, d'une manière générale, les rapports entre la géométrie perspective et l'art.

La question, plus pratique, de la perspective théâtrale fait l'objet du Chapitre IX, où se trouve condensé, en quelques pages, tout ce qu'il est essentiel de savoir sur ce sujet, et qui peut dispenser de la lecture de gros ouvrages, plus ou moins indigestes, sur la question.

Un dernier chapitre est réservé aux perspectives construites sur tableau non vertical, notamment sur un plafond plan, sur tableau cylindrique à génératrices verticales (panoramas) ou horizontales (plafonds voûtés), sur tableau sphérique, et même sur tableau quelconque. Dans un exposé très sobre, l'auteur montre comment les méthodes développées dans le cas du tableau plan vertical peuvent s'adapter à ces nouveaux problèmes.

Il ne nous semble pas qu'il puisse être donné, sous une forme plus ramassée, un exposé plus clair des principes et

des méthodes de la géométrie perspective, et nous résumerons l'impression que nous a laissée la lecture de cet ouvrage en disant qu'il témoigne chez son auteur d'un excellent esprit géométrique uni à une connaissance approfondie de tout le côté pratique du sujet traité.

Ph. DU P.

VIII

DYNAMIQUE APPLIQUÉE, par L. LECORNU, membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École Polytechnique et à l'École supérieure des Mines ; 2e édition, revue et augmentée, de la BIBLIOTHÈQUE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE de l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE. Deux vol. in-18 jésus, de 394 et 379 pages. — Paris, Doin, 1921.

Lorsque nous avons rendu compte, dans la REVUE (1), de la première édition de cet ouvrage, nous avons cherché à mettre en lumière son caractère très particulier qui peut se résumer en cette formule : adaptation des principes de la mécanique rationnelle aux besoins de la mécanique technique dans toute la mesure où le peut comporter l'exact souci des exigences pratiques. Le livre permet donc aux techniciens d'apprécier toutes les ressources que la mécanique rationnelle, congrument interrogée, peut leur apporter ; mais il se trouve, en même temps, comme nous en avons déjà fait la remarque, avoir le précieux avantage d'offrir aux étudiants en mécanique rationnelle un recueil d'exercices de haut intérêt, propres à leur faire prendre contact avec les contingences qui se rencontrent dans la réalité.

Outre que l'auteur a soumis à une sévère revision toute la matière empruntée à la première édition, il y a ajouté des additions qui ont augmenté de deux cinquièmes environ l'étendue de l'ouvrage. Ces additions portent surtout sur des questions relatives aux sujets suivants : vibrations longitudinales et transversales d'une barre ; résistance de l'air ; effets des chocs ; phénomènes gyroscopiques ; calcul du volant d'un moteur actionnant une hélice ; théorie de la régulation et de l'équilibrage des machines. Plusieurs

(1) Livraison d'avril 1908, p. 612.

des questions ainsi nouvellement traitées prennent leur origine dans la pratique de l'aviation, ce qui n'est pas pour en amoindrir l'intérêt.

Mieux encore, si possible, que la première, cette nouvelle édition atteint le but particulier que s'est proposé l'auteur en fournissant aux spécialistes une ample série de modèles d'application des principes de la mécanique rationnelle à des problèmes suggérés par les besoins de la technique.

Ph. DU P.

IX

LE DESTIN DES ÉTOILES, *Etudes d'Astronomie physique*, par SVANTE ARRHÉNIUS, Directeur de l'Institut Nobel, de Stockholm. Traduction française par T. SEYRIG. Un vol. de V-224 pages, *Nouvelle Collection Scientifique*. — Paris, Alcan, 1921.

Un nom illustre et un titre harmonieux. Mais, si la réputation de l'auteur est de bon aloi, le titre est trompeur. Il s'agit fort peu des étoiles dans ce livre. Erreur de traduction peut-être : en plus d'un endroit, on annonce des étoiles et on cite des planètes. Privé de son premier chapitre, *l'Énigme de la voie lactée* (y compris, sans grand préjudice, l' « envol poétique » qui le termine), et de son dernier, *les Origines du Culte des Étoiles* (c'est-à-dire, surtout, du Soleil, de la Lune et des planètes), cet ouvrage pourrait s'intituler : *Mars et la querelle des canaux, Témoignage d'un physicien*. Et, comme tel, il est fort intéressant.

Quelques chapitres préparatoires, dans lesquels on puisera, tantôt, les arguments : *Influence de la vapeur d'eau sur les climats ; atmosphère et constitution des corps stellaires ; la Chimie de l'atmosphère*. — Puis le problème de *la planète Mars* est abordé.

L'atmosphère de Mars renferme-t-elle de la vapeur d'eau ? C'est le spectroscope qui répondra. Ce fut « non » pendant longtemps. En 1908, des observations particulièrement soignées, dans un air extrêmement pur, à 2200 mètres d'altitude décelèrent l'élargissement dans le spectre de la lumière de Mars, d'une *bande de pluie* négligée dans les recherches précédentes. Mais en 1909, dans des conditions encore meil-

leures, à 4420 mètres d'altitude, résultat négatif. Nouvelles recherches en 1910, témoignant d'une teneur en eau de 0,12 gramme par mètre cube, d'une température de saturation de –38 degrés, et d'une teneur en oxygène qui ne dépasse pas la seizième partie de celle de notre atmosphère; d'où une différence énorme entre les températures du jour et de la nuit, celle-ci extrêmement basse, un climat désertique, et l'impossibilité de la vie, même celle des formes les plus rudimentaires — Mais alors, les canaux ? Ils existent, pour M. Arrhénius, réellement. Ce sont de larges bandes dont l'axe est marqué par des *fissures de la croûte*, et dont la largeur et la coloration variables sont dues aux réactions chimiques entre les gaz qui s'échappent de ces fissures, et les sables de la surface, que de grandes tempêtes renouvellent périodiquement. — Cette théorie est défendue longuement et ingénieusement, avec quelques belles photographies comme pièces à conviction.

Question philologique : cette traduction française a-t-elle été faite sur l'original suédois ou d'après l'édition anglaise ? Elle est assez mauvaise pour que ce problème puisse être résolu.

M. Alliaume.

X

Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences, par J. Boussinesq, Membre de l'Institut, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, tome III, *Compléments aux Théories de la chaleur, de la lumière, etc., Aperçus de Philosophie naturelle.* Un vol. in-8°, de xlix-417 pages. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921.

Sous le titre de *Théorie analytique de la Chaleur mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la Théorie mécanique de la Lumière*, les deux premiers volumes du Cours de Physique mathématique de M. Boussinesq ont paru en 1901 et en 1903. On sait l'importance de cet ouvrage. On sait aussi la science de son auteur, ainsi que son habileté à saisir les ordres de grandeur des quantités qui se rencontrent dans les applications des mathématiques aux phéno-

mènes physiques, de manière à distinguer, dans chaque problème et eu égard au degré d'approximation auquel ce problème est efficacement résolu, quelles sont les quantités qu'on négligera légitimement, pour passer de l'extrême complexité du phénomène naturel à la simplicité relative d'une question qui soit abordable à l'analyse mathématique. On n'ignore pas non plus la déconcertante activité de M. Boussinesq : les années ne l'ont pas ralentie, et les grands recueils scientifiques français n'ont pas cessé de publier à de courts intervalles, les uns des notes substantielles, les autres de beaux mémoires de ce savant. D'autre part, des sept ou huit années qui (jusqu'en 1919) constituaient la « période » de l'enseignement de M. Boussinesq, quatre seulement étaient consacrées aux théories analytiques de la chaleur et de la lumière ; pendant les trois ou quatre dernières années de chaque « période », cet enseignement avait pour objet l'élasticité et l'hydrodynamique. Aussi devons-nous nous réjouir de ce que M. Boussinesq n'a pas craint d'entreprendre, en ces temps difficiles, la publication d'un troisième volume de son Cours de Physique mathématique, volume extrêmement dense, dans lequel il expose les recherches postérieures aux deux premiers volumes sur les questions qui faisaient l'objet de ceux-ci, les parties essentielles de ses leçons sur l'élasticité et la mécanique des milieux visqueux et, enfin, sous le nom d'*Aperçus de philosophie naturelle*, les idées élevées qu'il n'a cessé de méditer et de mûrir pendant toute sa carrière, et de défendre dans de nombreuses publications difficilement accessibles aujourd'hui.

En ce qui concerne la *Théorie de la chaleur*, deux grands problèmes, déjà abordés respectivement dans les Tomes I et II, sont repris et étudiés d'une manière approfondie : le problème, du refroidissement d'un corps rayonnant, avec son application au refroidissement de la croûte terrestre, en tenant compte d'abord des inégalités thermiques superficielles, climatériques et périodiques, dues à l'action solaire, puis d'un épaississement progressif de la croûte solidifiée, dont l'épaisseur croît,à partir de zéro, comme la racine carrée du temps ; — et le problème du refroidissement d'un solide plongé dans un courant, avec ses applications à un cylindre

indéfini dont les génératrices sont perpendiculaires au courant, à un corps de révolution dont l'axe est orienté comme le courant, et au cas général d'un corps convexe quelconque, dont la forme la plus intéressante est la forme ellipsoïdale, dans le voisinage, surtout, de ses formes limites d'un disque et d'une aiguille, — recherches théoriques dont les ingénieurs ne manquent pas de s'inspirer dans le calcul des condenseurs à surface.

Dans la deuxième partie, celle des *Compléments à la Théorie de la lumière*, on voit comment il suffit de considérer l'ellipsoïde direct d'élasticité en même temps que l'ellipsoïde inverse pour être généralement à même de construire tous les éléments caractéristiques d'un rayon lumineux dans tout milieu homogène et transparent ; — comment une détermination plus précise des problèmes de la réflexion et de la réfraction explique la vivacité des images dans les miroirs métalliques, le pouvoir réflecteur croissant, toutes choses égales d'ailleurs, avec le pouvoir absorbant ; — comment l'introduction de petites résistances offertes par la matière pondérable aux vibrations de l'éther transforme un milieu transparent en un milieu translucide, ou imparfaitement transparent ; — comment un accroissement suffisant de ces résistances conduit à une théorie de l'évanescence du rayon lumineux dans la mince couche d'éther étendue sous la surface géométrique des corps opaques. — Mais, à cette époque de controverses relativistes, on s'arrêtera de préférence au chapitre où il est question de l'entraînement des ondes lumineuses par les corps en mouvement. D'après M. Boussinesq, les équations qui expriment ce phénomène n'ont pas été établies à un degré d'approximation qui autorise les confrontations expérimentales auxquelles on les a soumises, et si, par conséquent, ces tentatives ont échoué, il n'est pas légitime d'en tirer les conséquences qu'on en tire aujourd'hui :

« Il n'y a donc (p. 92) aucune probabilité sérieuse que les lois déduites de nos formules simples subsistent, dès qu'on tient compte du *carré de l'aberration*. Les accourcissements d'onde, proportionnels au carré de l'abberration,... n'ont donc aucune raison d'être réalisés physiquement ; car nos équations sont loin d'avoir été établies pour un aussi haut degré, *à peine imaginable*, d'approximation relative, qui, dans le cas d'un observateur terrestre, atteindrait la fraction $(0,0001)^2$, c'est-à-dire le cent-millionième, des résultats.

» Bien des physiciens admettent cependant que d'assez récentes expériences, dues au savant professeur Michelson, de Chicago, ont présenté ce degré d'approximation. Elles n'ont d'ailleurs révélé, dans la limite de leur approximation effective, aucune altération appréciable de la forme et de la vitesse des ondes qui puisse être attibuée à la translation [du laboratoire par rapport à l'éther]. Aussi ont-ils conclu que toutes les observations, faites à la surface de la terre, des phénomènes optiques qui s'y produisent, seraient à tout jamais impuissantes à nous renseigner sur le déplacement de notre planète... Notre théorie a été jusqu'ici impuissante, comme on voit, à nous renseigner à cet égard, puisque, *même à une première approximation*, les observations de Fizeau n'ont pu réellement mettre hors de doute la très petite fraction qui semblait devoir y mesurer l'influence de la translation terrestre sur la rotation imprimée par plusieurs réfractions dans le verre au plan de polarisation d'un rayon lumineux ; et cela, à raison, vraisemblablement, de la mesure même de ce phénomène, beaucoup trop dépendant des plus petits défauts d'homogénéité du verre, inévitables causes d'anomalies suffisantes pour masquer une fraction si minime...

» Aussi les physiciens dont je parle ont-ils été conduits aux négations les plus extraordinaires, celle, par exemple, d'un *temps unique* pour tout l'univers, d'un temps où se placent soit comme *simultanés*, soit comme *successifs*, mais *d'une manière déterminée et absolue*, tous les événements : idée *première*, indispensable à la vision nette des faits, à la construction idéale des phénomènes, et la plus claire de toutes pour l'esprit, sauf la pure intuition des figures géométriques qui a peut-être, étant plus simple, un degré un peu supérieur de netteté. »

La troisième partie étudie les petites déformations bien continues des milieux élastiques, c'est-à-dire, en somme, la correspondance de deux figures dont l'une est considérée physiquement comme une déformation de l'autre ; puis la situation mécanique des particules voisines de la surface libre d'un liquide ou de la surface de séparation de deux liquides en contact et non mélangés. Ces particules constituent une couche superficielle dans laquelle on cesse de reconnaître l'isotropie, caractéristique de l'état fluide. On y démontre l'existence de forces de viscosité dont les effets n'ont pas pu apparaître aux physiciens tant que ceux-ci ont fait porter sur des phénomènes d'équilibre l'étude expérimentale de la capillarité, mais qui ont été reconnus dans des recherches récentes sur la vitesse de chute de très petites gouttes de mercure dans un liquide très visqueux. La théorie de M. Boussinesq permet l'étude interne de la

goutte pendant sa chute, de l'inégale distribution de sa matière à chaque instant, le long du diamètre vertical, et des variations de cette distribution d'un instant à l'autre, donnant naissance à des courants permanents, centrifuges dans l'hémisphère inférieur, centripètes dans l'hémisphère supérieur. Enfin lorsque les équations sont appliquées, non plus à la chute d'une goutte dans un milieu censé indéfini, mais dans un milieu limité par exemple par une surface sphérique dont le rayon est grand vis-à-vis du rayon de la goutte, la vitesse de chute est diminuée d'une manière inversement proportionnelle au rapport de ces deux rayons. Peut-être est-ce par un mécanisme analogue que les mouvements vibratoires de l'éther sont ralentis lorsque la densité d'un milieu transparent augmente, ralentissement qui se manifeste par un accroissement de l'indice de réfraction.

Des trois parties de cet ouvrage consacrées aux *Aperçus de Philosophie naturelle*, la première est intitulée *Réflexions et recherches sur les bases et la Philosophie de la mécanique*. Nous y retrouvons cette clarté des idées, cette tranquillité assurée dans les déductions auxquelles nous a accoutumés M. Boussinesq dans ses belles *Leçons synthétiques de Mécanique générale*, à partir des deux principes fondamentaux de la Mécanique. De ces principes fondamentaux, le premier équivaut à ce que, dans tout système isolé, les accélérations de chaque point sont des fonctions déterminées des coordonnées des divers points du système. Les exceptions apparentes à cette loi s'évanouissent d'autant mieux que le mécanisme des phénomènes est connu plus intimement, et « rien ne serait actuellement moins sensé que de faire servir les parties non débrouillées de la Mécanique et de la Physique à obscurcir ce qu'elles ont acquis de plus clair depuis deux siècles et demi, savoir leur premier principe, qui résume l'expression d'un nombre déjà prodigieux de faits ». Le second principe est celui d'une certaine conservation du mouvement, mesurée nécessairement par la force vive, susceptible d'être dissimulée, partiellement ou totalement, sous la forme de ce qu'on appelle l'énergie potentielle.

C'est au premier principe, en particulier, que s'opposait l'erreur de la Mécanique ancienne, celle d'Aristote et de

ses disciples. Elle « consistait à admettre que les lois du mouvement, en vertu desquelles les états successifs du monde physique sont reliés chacun au précédent, déterminent à chaque instant les vitesses des points en fonction de leurs situations actuelles ». Mais voici un chapitre qui montre « comment, tout en acceptant en partie cette hypothèse dans son esprit, dans ce qu'elle a d'essentiel et, au fond, de très admissible, on aurait été conduit à la corriger à en modifier la forme et l'application de manière à la rendre irréprochable ».

Comment cette erreur a-t-elle pu se maintenir pendant aussi longtemps, pendant les vingt siècles qui précédèrent Galilée ? C'est que, peu mathématiciens en général, les philosophes

« se contentaient d'entrevoir à peine (p. 315), les laissant instinctivement de côté, comme trop complexes et impossibles à débrouiller, la multitude des mouvements *variés*, où la notion fondamentale de *vitesse* leur restait sans doute obscure, et par suite, celle d'*accélération*, encore moins accessible. Ils en étaient donc réduits, pour la mécanique terrestre, à baser leurs idées dynamiques sur l'observation de *régimes uniformes*, en quelque sorte normaux, auxquels nous accoutume la vie sociale, et qui nous deviennent familiers dès l'enfance ».

Or, pour qui n'y regarde pas de très près, les choses se passent, dans ces états de régime, comme si les forces étaient génératrices de vitesses, et non d'accélérations. D'ailleurs, n'y a-t-il pas encore aujourd'hui bien des parties de la Physique dans lesquelles nous sommes contraints de nous limiter, de la même manière, aux cas dans lesquels les déformations sont assez lentes pour rendre admissible une certaine uniformité de régime, comme en témoigne la forme linéaire des équations dont nous nous contentons pour les exprimer ? L'importance de cette dynamique rudimentaire n'en a pas moins été extrême dans l'évolution de la civilisation méditerranéenne :

« En faisant fortement ressortir (p. 325), comme on le voit, les deux idées capitales d'une *unité* dominante dans le Monde et de la *Beauté* de son ensemble, comme dans un poème classique, ou, par suite, l'idée d'un Dieu organisateur du *Cosmos*, ces simples aperçus des lois du mouvement ont donc puissamment contribué, au moins dans l'ordre intellectuel, à l'épanouissement de la Civilisation méditerranéenne, avec tous ses éléments, Hébraïques, Grecs, Romains,

et à l'établissement du Christianisme, c'est-à-dire à la moralisation, à l'ennoblissement spirituel, qui font toute la valeur de la vie humaine.

» Alors on a vu, pour la première fois depuis les temps historiques, les forces morales dispersées dans le monde et dans les traditions des peuples, les bonnes volontés des cœurs droits depuis les plus simples jusqu'aux plus affinés, les lumières jusque là éparses des diverses philosophies, se réunir, sous l'inspiration Providentielle, en un faisceau puissant d'intelligences hiérarchisées, former ainsi une immense Communauté d'âmes chrétiennes et aboutir, après trois ou quatre siècles de douloureuses, mais fécondes luttes, au triomphe d'une synthèse qui embrassait tout le passé, aussi harmoniquement que possible, et éclairait l'avenir...

» D'ailleurs, *en dehors d'Elle* (p. 328) (de cette Communauté des âmes), il n'y a plus pour nous, surtout dans l'ordre moral, après l'œuvre de critique universelle des deux derniers siècles, que ténèbres épaisses sur toutes les questions importantes, notamment sur le *but de la vie* (si elle en a un) et sur ce que nous avons à y faire...

» Sans doute (p. 329), la beauté d'un système, sa simplicité sont loin de prouver à elles seules sa vérité... Mais, néanmoins, c'est toujours le principe esthétique de simplicité qui y fournit, en définitive, le *criterium final* ou, du moins, la sanction consacrant le progrès, bref, *qui a le dernier mot* ; car cette sanction, indispensable pour conclure, consiste dans la concordance, dans l'*intelligibilité*, des résultats et de toute l'Œuvre.

» Or il semble suivre de là, malgré l'inévitable *acte de foi en l'Intelligence* subsistant toujours dans cette question et devenu de plus en plus un *acte libre de l'âme entière*, que la *laideur absolue* est un signe certain de fausseté, d'erreur, et ne saurait se trouver au fond des choses. Par cet indispensable acte de foi naturel en l'Intelligence (c'est-à-dire, au fond, dans le *Verbe* divin) dont il est ici question, notre âme tout entière acquiesce ainsi ou fait confiance, *sans y être logiquement contrainte*, à un *Principe*, source des idées et des choses, ou les régissant et les harmonisant.

» Dans nos sociétés éclairées par le Christianisme, l'homme d'étude aux prises avec les problèmes philosophiques ou moraux que lui posent inévitablement l'existence et la nécessité de s'y conduire, mais où il sent complètement en défaut son intuition de savant, ne saurait faire mieux, sous peine de ne pas aboutir, que de s'y laisser guider par le *Principe d'Autorité*, tel qu'il existe ou se trouve représenté au milieu de nous et a prouvé bien des fois, depuis des siècles, son efficacité....Ce principe d'autorité modérera chez lui la tendance critique, impatiente des obscurités subsistant toujours dans toutes les questions même les plus simples,... tendance qui le pousserait instinctivement à dissoudre toutes les idées dans une analyse sans terme, jusqu'à la destruction complète de l'œuvre intellectuelle ».

L'application des équations de la mécanique aux organismes vivants rencontre des difficultés spéciales. Il était

simple de nier ces difficultés, et beaucoup l'ont fait, en attribuant à ces organismes un déterminisme absolu, incompatible, en particulier, avec la liberté morale. Dans un mémoire étendu paru en 1878, et qui eut un grand retentissement, intitulé *Conciliation du véritable déterminisme mécanique avec l'existence de la vie et de la liberté morale*, M. Boussinesq fit connaître sa théorie à ce sujet. Il la reprend pour la résumer et, à certains égards, pour la compléter et la mettre à jour, dans la cinquième partie de son ouvrage d'aujourd'hui, sous le titre de *Problème mécanique de l'organisme animé et des principes directeurs (vie et volonté)*. Cette partie, très condensée déjà, est particulièrement difficile à résumer ; et, alors que tout son premier chapitre, par exemple, est consacré à une thèse fondamentale pour la doctrine entière, n'est-il pas dangereux de faire tenir cette thèse en trois mots, et de dire : « La vie, c'est l'instabilité » ? Mais l'essentiel de la doctrine est assez connu pour qu'il suffise de la rappeler. Le monde organique est le domaine où s'appliquent les solutions ordinaires des équations différentielles du mouvement, tandis que les êtres vivants sont, en tant que vivants, le domaine où s'appliquent les *solutions singulières* de ces équations. De ces solutions singulières, l'exemple le plus simple est celui des points d'arrêt possibles, mais non imposés par les équations, le long de la trajectoire d'un point mobile, moyennant quelques conditions spéciales, insérées dans les données du problème, et attachées à cette trajectoire. Cependant, les singularités propres aux déplacements sur lesquels la volonté a prise sont plus probablement des bifurcations de voies, aussi rapprochées que l'on veut, le long des trajectoires, mais ne constituant pas des séries continues, et du même ordre que celles que l'on rencontre dans l'étude du mouvement relatif d'un point matériel autour d'un centre attractif.

Quant à la manière dont les petits déplacements dans le domaine des solutions singulières entraînent les grands déplacements dans la partie de l'organisme qui, tel le système musculaire, se comporte d'après les solutions ordinaires, on en a un exemple, et comme une étude expérimentale, dans ce prolongement, pour ainsi dire, de l'organisme,

que constitue la bicyclette. La théorie du mouvement de celle-ci comporte des fonctions arbitraires du temps, que déterminent à chaque instant, et librement, les pouvoirs directeurs du vélocipédiste.

C'est dans toute la sixième partie que l'auteur insiste *sur la loi de simplicité, comme indispensable principe directeur de l'esprit dans l'édification des sciences.* En particulier, l'Astronomie, « la plus ancienne, et la plus civilisatrice de nos sciences », sans cette loi de simplicité, n'existerait pas encore. L'hypothèse la plus simple, celle du mouvement circulaire et uniforme de tous les astres, s'est montrée, il est vrai, inexacte ; mais n'est-ce pas ce qu'il y a d'essentiel dans l'esprit de cette hypothèse, c'est-à-dire, la périodicité des mouvements planétaires sur des trajectoires fermées, qui permet, par de véritables *triangulations célestes*, la détermination de ces trajectoires ?

C'est cette même loi de simplicité qui est à la base de l'intuition géométrique, et le postulatum d'Euclide n'est que l'application de cette loi dans l'étude des figures :

« Les efforts infructueux (p. 393) faits depuis si longtemps et, on peut le dire, par tous les géomètres, pour se passer du postulatum d'Euclide, prouvent *expérimentalement* que cette notion de similitude est une donnée première, irréductible, de l'intuition géométrique, et qu'il faut, par conséquent, l'accepter sans démonstration... »

Aux autres applications de la loi de simplicité détaillées par M. Boussinesq, je me permets d'ajouter que c'est cette même loi, sans doute, qui guide les praticiens dans leur manière habituelle d'appliquer la Théorie des erreurs : lorsqu'ils ont recours à la méthode des moindres carrés pour chercher les valeurs les plus probables des inconnues finales, ils font (sans le dire, le plus souvent) l'hypothèse de la loi la plus simple de probabilité des erreurs à savoir une loi exponentielle dont l'expression ne renferme qu'un minimum de paramètres indéterminés. — Quelques lignes, enfin, du dernier chapitre :

« Et l'on voit (p. 416), par le caractère forcément hypothétique de ce principe de simplicité, principe en outre peu précis, non quantitatif mais appréciable au sentiment seul, que son application demande une grande délicatesse de jugement, un certain esprit de docilité et de foi, se contentant du degré moyen de lumière strictement suffisant

pour appeler la conviction sans la contraindre... Et l'ensemble de nos connaissances claires se trouve comme perdu au milieu d'un océan de ténèbres ».

A l'instant où je termine ce compte rendu, au sentiment d'avoir été, pour analyser une œuvre aussi riche en idées, toujours insuffisant et souvent maladroit, s'ajoute le regret de ne pouvoir dire ici, davantage qu'en ces quelques lignes, le respect, l'admiration avec lesquels j'ai lu ce noble ouvrage, nouvelle étape dans l'une des carrières scientifiques les mieux remplies, et dans lequel je retrouve toute la pensée d'un Maître que m'a rendue familière, jadis, une inlassable bonté.

M. Alliaume.

XI

Leçons élémentaires de Physique expérimentale, selon les théories modernes, par J. Tillieux. 2e édition, fascicule I. Un vol. in-8° de 220 pages, avec 244 figures. — Louvain, Ceuterick, 1921.

Ceux qui ont lu la première édition de ce très intéressant manuel que nous présentions ici en juillet 1920, ne seront nullement étonnés de voir annoncer déjà une édition nouvelle. Avec sa grande habileté d'exposition, son ton original et vivant, et surtout avec l'emploi assidu des grandes théories modernes auxquelles tout le monde s'intéresse et qui ne trouvent presque pas de place dans les traités ordinaires, le succès était assuré.

Pour qu'il reste durable — ce que nous souhaitons de tout cœur — il est vraiment urgent que l'auteur se décide à un remaniement plus attentif de son texte. Certaines corrections ont été faites, mais il y a encore beaucoup trop de négligences. On les pardonne assez facilement, peut-être, dans une première lecture ; mais ce qui arrivera fatalement, à l'user, c'est que les professeurs se lasseront d'avoir à les signaler à chaque instant dans leurs leçons, et de reprendre constamment les élèves qui s'exprimeront comme leur auteur. Et alors, le moment ne sera pas éloigné où ils commenceront à s'informer s'il n'existe pas un manuel qui joindrait, aux mêmes qualités de fond, un plus juste souci de la forme.

M. Tillieux nous dit, dans sa nouvelle Préface : « Les mêmes circonstances nous ont empêché d'y utiliser plusieurs critiques de détails dont nous avons reconnu le bien-fondé et dont nous remercions les auteurs. Nous en tirerons profit un jour, si la faveur du public nous permet une troisième édition ». Mais n'est-ce pas une imprudence que d'avoir accepté, même pour de très bonnes raisons, ce retard qui, justement, met en péril la faveur du public ?

Et si les occupations multiples du savant écrivain ne lui permettaient pas d'entreprendre lui-même la révision qui s'imposait, il est bien regrettable qu'il n'ait pas songé — ou qu'il n'ait pas réussi — à trouver un ami consciencieux pour lui rendre cet important service. Pour ces détails, d'ailleurs, ne sait-on pas que l'œil d'un étranger est souvent plus perspicace que celui d'un auteur ?

A cet ami consciencieux nous nous permettrions de recommander, avant tout, deux améliorations d'ordre général qui rehausseraient singulièrement la valeur du livre. La première est le soin des définitions, chose essentielle pour que l'élève sache exactement de quoi il est question. Elles laissent souvent à désirer : celle du travail, par exemple (n° 20), que l'idée de la lutte contre une force, et l'appel à la notion vulgaire du travail, sans autre précision, risque fort d'exposer aux plus étranges confusions ; ou encore celle du mouvement perpétuel, de première et de seconde espèce (31 et 32). Parfois même elles manquent tout à fait, comme dans le cas du mouvement périodique (18).

La seconde est l'emploi des termes propres, préoccupation constante des professeurs de littérature eux-mêmes et qui devrait, *a fortiori*, être toujours au premier plan des soins du professeur de sciences. Pas de formation scientifique possible sans la précision et la justesse du langage. Ici l'ami consciencieux ne saurait se montrer trop sévère. Tout d'abord, il fera disparaître des locutions telles que les suivantes : Le problème est *inattaquable* (38) ; *l'aspect* des trajectoires (ibid.) ; cette force peut être *dédoublée* (pour : décomposée) (57, I) ; elle *évince* toutes les particules (57, II) ; ces deux pressions *se mesurent l'une l'autre* (68) ; etc. De plus, il s'en prendra impitoyablement à cette espèce d'anthropomorphisme caractérisé par l'emploi, à propos

d'objets inanimés, d'expressions qui supposent le sentiment ou l'intelligence, telles que : un travail qui *vainc* une force *(passim)* ; une force qui lutte *(passim)* ; la pesanteur les y *invite* (57, II) ; etc.

D. T.

XII

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE DE SADI CARNOT. INTRODUCTION A L'ÉTUDE DE LA THERMODYNAMIQUE, par E. ARIÈS, Correspondant de l'Institut. Un vol. de 160 pages (11 × 16), de la « Collection Payot ». — Paris, Payot, 1921.

L'auteur prouve que Sadi Carnot non seulement découvrit le second principe de la thermodynamique, justement appelé principe de Carnot, mais connut aussi le premier, celui de l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique, et en écrivit avant Julius Robert Mayer, dans des termes plus clairs que lui.

Mais il ne s'arrête pas à décrire en elle-même l'œuvre du génial physicien français. Il met en lumière, avec la conviction d'un fidèle admirateur, et l'autorité d'un savant théoricien de la thermodynamique, les notions capitales qui ont jailli en quelques années du principe de Carnot, notions de la température absolue, de l'entropie, de la dissipation de la chaleur et de la décomposition en deux facteurs des formes simples de l'énergie. En caractérisant le mérite des Clausius, des Rankine, des Gibbs, des Massieu, il n'omet pas de critiquer les tâtonnements moins heureux.

Quand il a décrit bien clairement le fécond développement de cette science abstraite, mais belle, il examine en un long chapitre les multiples « problèmes de l'avenir ». Cette dernière quarantaine de pages est riche d'aperçus théoriques originaux sur l'électro-chimie, l'énergie de mouvement et l'énergie de forme, les facteurs matériels d'Ostwald, l'énergie radiante et la gravitation, l'électrostatique, l'électrodynamique et le magnétisme.

Nous conseillerions volontiers la lecture de cet opuscule comme « introduction à une seconde étude, plus approfondie, de la Thermodynamique ».

H. DOPP.

XIII

I. — TEMPS, ESPACE, MATIÈRE. LEÇONS SUR LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE, par H. WEYL, professeur à l'École Polytechnique de Zurich. Traduit sur la quatrième édition allemande par GUSTAVE JUVET, professeur à l'Université de Neuchâtel et ROBERT LEROY, ancien élève de l'École Normale Supérieure. Un vol. de VIII-290 pages (16 × 24), et 15 figures dans le texte. — Paris, Blanchard, 1922.

II. — EINSTEIN ET L'UNIVERS. Une lueur dans le mystère des choses. Le roman de la science, par CHARLES NORDMANN, astronome de l'Observatoire de Paris. Un vol. de 221 pages (14 × 20). — Paris, Hachette, 1921.

III. — LA MATIÈRE ET L'ÉNERGIE SELON LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ ET LA THÉORIE DES QUANTA, par LOUIS ROUGIER. Un vol. de XI-112 pages (16 × 25). — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

I) La quatrième édition des leçons professées à Zurich et rédigées en allemand par H. Weyl, a été analysée dans cette REVUE (n° d'octobre 1921, pp. 529-531). La traduction que voici inaugure la *Collection de monographies scientifiques étrangères* que nous annonce M. G. Juvet « sur les théories d'Einstein, sur les nouvelles théories de la constitution de la matière, sur la théorie des quanta, sur les derniers résultats de l'astronomie stellaire et de la géophysique, etc ... » (p. IV). Cette collection sera une œuvre méritoire, puisqu'elle augmentera la circulation des idée nouvelles dans le monde des savants et facilitera leur critique. Les traducteurs de l'ouvrage de M. Weyl ont droit à trop de reconnaissance pour que nous les chicanions sur quelques légères imperfections. « Ce n'est pas une adaptation que nous donnons, mais une traduction fidèle », disent-ils dans leur préface. C'est très souvent une traduction juxtalinéaire. Nous ne leur en voulons guère d'avoir de-ci de-là coupé court à la difficulté de rendre les nuances accessoires de la pensée en supprimant tel ou tel membre de phrase, voire tel qualificatif moins obligeant que l'auteur décoche aux idées traditionnelles. Il est curieux de remarquer que pareille sim-

plification se soit généralement imposée à eux dans les passages à tournure philosophique. Ils ont été bien inspirés, dans ce texte compact, de passer à la ligne plus souvent que l'auteur ; mais pourquoi en ont-ils supprimé certaines indications d'alinéas ? Pourquoi soulignent-ils moins de mots que l'auteur ? Pourquoi n'ont-ils pas traduit la table alphabétique, si utile ? Les notations auraient dû être maintenues telles quelles partout. En comparaison de l'original, l'exécution typographique est inférieure ; mais il est juste de remarquer que le prix du volume (20 francs) est relativement très modéré.

II) M. Nordmann réunit en un volume la série d'articles récents de sa chronique scientifique dans la REVUE DES DEUX MONDES sur les théories d'Einstein, en y ajoutant trois chapitres, sur les dimensions de l'univers, la science et la réalité, la discussion du relativisme soulevée à l'Académie des Sciences, par M. Painlevé.

Son livre sera lu, car le style en est alerte, spirituel. Peut-être certains traits d'esprit y seront-il moins goûtés, surtout des lecteurs convaincus, avec raison, de l'absolue nécessité de la métaphysique, condition des principes premiers de toute science, même expérimentale. Le chapitre sur la science et la réalité appelle notamment des réserves.

Comme exposé de vulgarisation scientifique sans formules ni vocables techniques, où l'on tolère forcément longueurs, détours, expressions non adéquates, l'ouvrage mérite un beau succès. D'un sujet bien abstrait, obscur peut-être, il parle clairement, autant que faire se peut. Bien des lecteurs toutefois, je le crains, se contenteront de l'illusion de comprendre. En l'espèce il n'y aura pas grand mal : l'avantage principal de ce livre est de montrer si bien le *pour*, et puis le *contre* des théories physiques nouvelles que le profane lui-même verra que c'est affaire à débattre entre savants et que ceux-ci sont loin de s'entendre.

III) Nous avons analysé la première édition de cet ouvrage, qui parut d'abord en 1919 sous le titre : *La Matérialisation de l'énergie. Essai sur la théorie de la relativité et sur la théorie des quanta* (1).

(1) Cfr. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, avril 1920, pp. 489-491.

L'édition nouvelle ne diffère de celle-là que par la correction de quelques errata et quelques additions.

Parmi les confirmations expérimentales de la théorie de la relativité, l'auteur a pu ajouter la déviation des rayons lumineux des étoiles dans le champ gravifique du soleil, observée — du moins, c'est l'avis assez généralement adopté aujourd'hui — sur des photographies prises durant l'éclipse solaire du 24 mai 1919. Une erreur s'est glissée dans le texte : d'après ces photographies, les étoiles voisines du soleil ne semblent pas plus *rapprochées* les unes des autres, mais au contraire *écartées*. C'est d'ailleurs bien ce que faisait prévoir la théorie.

Le changement du titre du livre nous paraît heureux ; le grand mérite de l'ouvrage est en effet de fournir une vue d'ensemble sur la mécanique et sur la physique nouvelles. Il est écrit, nous dit l'auteur dans son avertissement de la seconde édition, « par un philosophe qui cherchait à voir clair et à mettre de l'ordre en ses idées ».

Nous avons déjà dit que trop souvent il laisse percer sa méfiance vis-à-vis de la métaphysique ; quant aux théories physiques nouvelles, peut-être se préoccupe-t-il trop peu des difficultés, d'ordre même purement scientifique, voire expérimental, qui en font encore l'objet de si vives et retentissantes discussions.

H. D.

XIV

Les édifices physico-chimiques. Tome I. *L'atome, sa structure, sa forme*, par le Dr Achalme, Directeur de laboratoire à l'École des hautes études. Avec des dessins à la plume de M. Raoul Leclerc, architecte diplômé du gouvernement. Un vol. de 244 pages (23 × 14). — Paris, Payot, 1921.

Le présent volume est donné comme une première partie d'une œuvre de grande envergure et qui promet d'être originale et nouvelle. L'auteur, en effet, se propose, en partant de quelques postulats très accessibles, de pénétrer la structure intime du monde extérieur et d'en donner une représentation concrète, permettant une explication ra-

tionnelle des phénomènes chimiques et biologiques. Toute la série doit comprendre sept volumes : Tome I. L'Atome, sa structure, sa forme. — Tome II. La molécule chimique en général. — Tome III. La molécule minérale. — Tome IV. La molécule organique. — Tome V. La molécule vivante. — Tome VI. Les êtres vivants. — Tome VII. l'Homme.

Il serait évidemment prématuré de porter dès maintenant un jugement sur l'ensemble de l'ouvrage ; la nature même des questions à examiner n'est pas sans présenter certains écueils : nous nous trouvons en effet en plein sur les confins des sciences et de la métaphysique, et quoi de plus naturel alors pour le savant que de transgresser ces frontières pas toujours nettement déterminées et de s'engager sur un terrain qui pour le non-initié peut devenir glissant ? Ce serait surtout dans les derniers volumes que ces écueils pourraient se présenter. Quoi qu'il en soit, ce premier volume présente un assez grand intérêt. Partant de la notion d'atome, telle que nous la donnent la physique et la chimie, l'auteur cherche à en dégager les notions objectives résultant des faits acquis pendant ces dernières années. L'idée de corps simple a été radicalement modifiée par la découverte des propriétés radio-actives de l'uranium et surtout du radium et de ses produits de désagrégation. « L'atome chimique, nous dit l'auteur dans son Avant-Propos, apparaît comme un édifice particulièrement résistant, mais il a perdu son caractère d'insécabilité, et la possibilité d'extraire de tout corps matériel des corpuscules, tous semblables, doués de propriétés électriques intenses, a donné un renouveau à la théorie toujours actuelle de l'unité de la matière. » Pour acquérir une notion plus concrète de l'atome chimique, l'auteur tâche de résoudre les problèmes suivants : Quels sont les constituants de l'atome chimique ? Sont-ils réductibles à une ou plusieurs unités ? Ces unités une fois définies, quel est leur nombre dans l'architecture de chaque atome ? Le nombre de ces unités une fois déterminé, suivant quels rapports sont-elles juxtaposées dans l'espace, c'est-à-dire quelle est la force que revêtent les divers agrégats atomiques ? La brièveté imposée à un compte rendu ne nous permet pas de nous étendre sur la façon dont l'auteur développe son sujet ; disons seulement

que pour lui l'atome est composé d'un certain nombre d'unités de matière, qui ne sont autres que des atomes d'hydrogène, et d'électrons ; ceux-ci sont d'ailleurs de deux espèces : les uns extraatomiques, les autres interatomiques. Partisan de l'hypothèse de Prout, qui est à la base même de son système, l'auteur ne peut pas ne pas se préoccuper de la grande objection qu'on doit lui faire, objection qui après les observations si précises et si consciencieuses de Stas semblait irréfutable, je veux parler des décimales des poids atomiques. Il passe donc en revue les différentes solutions qui ont été proposées et arrive à la conclusion que ces décimales des poids atomiques, loin de constituer une véritable objection, sont plutôt une preuve de l'unité de matière. D'ailleurs, dit-il, « l'atome n'est pas une simple polymérisation sans cause de ces unités de matière, mais bien une agglomération dans laquelle les électrons, particules douées de masse, jouent un rôle capital. La masse électronique présente même la singularité de n'être pas constante et de varier avec la vitesse. Comment agit la gravité sur cette masse ? Nous l'ignorons complètement et, bien que cette masse figure évidemment dans le poids de l'atome, nous ne savons pas même si les forces de gravité l'attirent, la repoussent ou restent sans action. Ce simple énoncé nous permet de contester toute valeur à l'argumentation qui opposerait les décimales des poids atomiques à l'hypothèse de l'unité de la matière ». La composition que l'auteur suppose à l'atome lui fait rejeter le postulat de sa neutralité électrique ; en même temps elle le conduit à une nouvelle théorie sur la valence, qui n'est pas sans intérêt. D'après le Dr Achalme il faut distinguer deux valences : la valence réelle et la valence apparente.

« La valence réelle représente le nombre des unités de matière qui, n'étant pas neutralisées par des électrons interatomiques, nécessitent l'intervention des électrons extérieurs. C'est donc une qualité fondamentale et constante de l'atome. » La valence apparente est celle qui se manifeste de fait dans les réactions chimiques. Celle-ci peut différer de la valence réelle, parce que « l'accolement d'un électron extérieur à un atome polyvalent peut neutraliser deux unités de matière en excès » ; il en résulte qu'elle peut être jus-

qu'à un certain point variable, mais la différence entre deux valences apparentes doit toujours correspondre à un multiple de deux.

Les derniers chapitres sont consacrés à l'étude de la forme des atomes et des familles des corps simples. Ici nous sommes en plein dans le domaine de l'hypothèse et on se demande si dans la construction de ces édifices la part de la fantaisie n'a pas été un peu prépondérante ; d'ailleurs plusieurs de ces édifices semblent plutôt d'une stabilité tellement faible qu'elle s'accorde difficilement avec ce qui a été dit au commencement du volume : « l'atome chimique apparaît comme un édifice particulièrement résistant ».

JOS PAUWELS, S. J.

XV

MÉTHODES ACTUELLES D'EXPERTISE EMPLOYÉES AU LABORATOIRE MUNICIPAL DE PARIS ET DOCUMENTS SUR LES MATIÈRES RELATIVES A L'ALIMENTATION, publiés sous la direction de M. ANDRÉ KLING, Docteur ès sciences, Directeur du laboratoire municipal de Paris. I. *Produits animaux, Conserves, Salaisons et Produits conservés.* Un vol. de VIII-326 pages (16 × 25), avec figures et huit planches coloriées hors texte. — Paris, Dunod, 1921.

Le titre seul de l'ouvrage suffit pour en montrer toute l'importance ; la méthode employée en constitue toute la valeur. Car, comme on le dit dans la préface, chacun sait que, pour l'expert chimiste, posséder des méthodes de mesure exactes est une condition nécessaire mais non suffisante et que les résultats des mesures auxquelles il procède ne peuvent lui servir à formuler des conclusions judicieuses qu'autant que ces mesures ont porté sur des facteurs bien définis, ayant une réalité objective et représentant les valeurs de variables reliées par des lois ou des règles connues, soit à d'autres valeurs accessibles à la mesure, soit à des constantes suffisamment déterminées. Le rôle du chimiste expert ne se borne pas en effet à mesurer correctement, il lui faut encore savoir ce qu'il mesure effectivement, les raisons pour lesquelles il pratique telle ou telle mesure,

et aussi connaître les limites de variations normales ou accidentelles des valeurs sur lesquelles il la fait porter. C'est pourquoi les auteurs ont visé à juxtaposer, en toute occasion, à la description des méthodes ou à l'indication des règles, l'explication scientifique qui en fît comprendre le pourquoi.

Dans le chapitre I, M. Kling traite du lait. Il examine successivement la composition du lait, sa production, sa conservation et ses falsifications, l'analyse et les essais du lait et enfin l'interprétation des résultats analytiques. Ensuite, il étudie la crème, les laits concentrés, desséchés, maternisés, fermentés.

Le chapitre II, dû à M. Pons, concerne les fromages. Nous y trouvons : 1° les principes généraux de la fabrication des fromages ; 2° leur composition chimique ; 3° leurs altérations ; 4° leurs falsifications ; 5° leur analyse; et 6° l'interprétation des résultats.

Dans le chapitre III, M. Froidevaux parle de l'expertise des viandes, en donnant à ce mot un sens assez étendu, puisque sous cette dénomination il comprend, non seulement les viandes fraîches, viandes de boucherie proprement dites, volaille et gibier, et les viandes travaillées, qui ont subi une préparation changeant leur état, leur aspect et modifiant quelquefois très sensiblement leur composition, comme sont les différents produits de la charcuterie, de la triperie et des abats, mais encore les œufs, et les poissons, crustacés et mollusques. Pour chacun de ces produits, l'auteur nous fait connaître l'état normal, la composition chimique, les altérations, l'analyse, l'interprétation des résultats, et en outre, étant donnée la nature spéciale des produits examinés, il explique la composition histologique, ainsi que les maladies bactériennes et parasitaires qui peuvent si facilement rendre ces aliments dangereux. Huit planches coloriées facilitent l'intelligence du texte.

Le IVe et dernier chapitre, encore dû à M. Froidevaux, a trait aux conserves alimentaires et aux produits conservés. Après quelques généralités sur les principaux procédés de conservation des produits alimentaires : la stérilisation par l'action de la chaleur, la dessiccation, l'action du froid, l'emploi des substances conservatrices, il est question

successivement : 1° des viandes et produits dérivés ; 2° des viandes fumées et salées, saumure, sel ; 3° des œufs ; 4° des poissons et du caviar ; 5° des légumes ; 6° des fruits.

H. S.

XVI

Précis de physiologie végétale, par L. Maquenne, membre de l'Institut. Un vol. de 176 pages (16 × 10), avec quatre figures dans le texte. — Paris, Payot, 1922.

Au dire des dictionnaires, un précis est l'exposé concis des données essentielles d'une branche du savoir humain. Concis, l'exposé de M. Maquenne l'est assurément, d'une sobriété un peu aride même, celle du savant pour qui les choses de la science n'ont pas à se parer de grâces pour devenir intéressantes. Mais que cet exposé soit limité à l'essentiel, c'est trop peu dire ; il constitue plutôt une accumulation prodigieuse de faits dont bon nombre, il est vrai, servent à étayer une explication physiologique générale, mais dont certains n'ont pourtant qu'une portée toute particulière. Ce précis est donc plutôt une « encyclopédie » de la physiologie. Le mérite et la science de M. Maquenne n'en sont aucunement amoindris ; mais il va sans dire que son livre suppose dès lors une connaissance déjà avancée de la biologie, de la chimie et de la physiologie elle-même.

R. Lange.

XVII

Prehistory, a study of early cultures in Europe and the mediterranean Basin, par Burkitt, M. C., avec préface de l'abbé H. Breuil. Un vol. de xix-438 pages et 47 planches. — Cambridge, University Press, 1921.

Ouvrage excellent, de méthode très sûre et d'information très étendue. Ceux qui douteraient encore que la préhistoire soit une science trouveront dans ce volume de quoi se détromper et de quoi s'instruire. L'auteur a exploré personnellement la plupart des gisements classiques ; il a vérifié sur place les résultats des fouilles antérieures ; il a

surtout pris les conseils et bénéficié des lumières de l'abbé Henri Breuil. Il le dit avec une sincérité pleine de reconnaissance ; et la chose est d'ailleurs manifeste. Jusque dans des détails minimes on retrouve l'influence du maître, par exemple, dans la subdivision en six étages du niveau magdalénien. Les trois premiers de ces étages sont bien problématiques et nous croyons ne pas nous aventurer en assurant que l'abbé Breuil se réserve le droit souverain de les modifier, de les fusionner, de les réduire ou même de les supprimer.

La section consacrée à l'art paléolithique est très développée. L'auteur accepte sagement l'explication magique pour les gravures et les peintures pariétales, et admet, comme facteur partiel, pour l'art mobilier le souci esthétique, le goût de la forme. Bien qu'il ne le dise pas explicitement, il a l'air de considérer la mâchoire et le crâne de Piltdown, comme appartenant à un même type humain.

Il se rallie au système de M. Boule en synchronisant l'époque chelléo-acheuléenne avec la dernière phase interglaciaire.

Enfin, d'accord en cela avec Breuil, il trouve « presque certaine », non seulement l'existence de l'homme tertiaire, mais la preuve matérielle de son travail dans le Red Crag de Foxhall. Cette formation géologique est pliocène, et si la conclusion de notre auteur était dûment confirmée, le pré-paléolithique de M. Reid Moir aurait droit de cité et l'antiquité de l'homme dans notre Europe deviendrait effarante. La preuve, jusqu'à présent, ne consiste que dans la forme et les retouches de certains silex, trouvés (ce point est important) dans des emplacements bien délimités au sein de couches très uniformes. Il est peut-être permis de penser, surtout après les interminables discussions sur les éolithes, que l'examen des mêmes spécimens d'« industrie primitive » amènera d'autres savants à des résultats plus négatifs. Sachons attendre et laissons parler.

Quelques petites erreurs de détail pourront disparaître dans une prochaine édition.

Hélin n'est pas une localité, et n'est pas sur la Lys (p. 87). L'exploitation Hélin est à Spiennes, sur la Trouille.

Il aurait fallu signaler, en 1908, la découverte de l'homme du Moustier (pp. 14 et 184). Quoi qu'on puisse penser des

agissements d'O. Hauser et de la reconstitution du squelette, tentée par Klaatsch, la découverte elle-même est importante.

Il est trop expéditif de condenser tout le paléolithique inférieur belge dans le seul Mesvinien. La caverne de l'Hermitage, fouillée par Tihon et Fraipont, dans la vallée de la Méhaigne, a fourni de l'Acheuléen typique, et même des boules calcaires, analogues à celles de la Quina (p. 91), et qu'on prit alors pour des boulets de canon.

Dans l'énumération des stations paléolithiques ayant livré des squelettes, on a oublié Spy (p. 116).

On ne peut synchroniser la sépulture de Furfooz avec la couche supérieure de la terrasse. Celle-ci contient du renne, mais Rahir a montré que la sépulture, contrairement à ce que pensait Dupont, est d'une époque beaucoup plus récente (p. 190).

Un certain nombre d'affirmations sont plus ou moins contestables. Le Néanderthalien serait « dégénéré » (p. 42). Le *Capreolus caprae* se retrouverait à travers les variations du climat glaciaire (p. 42) ; je crois qu'il est plutôt très sensible au froid, et ne se rencontre que dans les interglaciaires. Il n'y aurait pas de poterie au paléolithique (pp. 4 et 37) ; chose que nient tous les préhistoriens belges.

Le trou Margrite (p. 116), et Remonchamps (p. 153), ne sont que des fautes d'orthographe pour Magrite et Remouchamps (1).

Nous le répétons : l'ensemble du livre est parfaitement au point. On aimera l'affirmation très nette au sujet des sépultures dès l'époque moustérienne (pp. 183 et 191).

L'auteur a consacré quelques planches à la reproduction des gravures rupestres relevées par lui-même sur les bords du lac Onéga, en 1914. Elles n'ont rien de paléolithique, ni même de strictement néolithique, mais elles sont très curieuses, et fort bien commentées.

PIERRE CHARLES, S. J.

(1) De même *first* pour *fourth* sans doute à la page 86, l'acheuléen ayant été placé entre Riss et Wurm (p. 47).

XVIII

ÉTUDE DE PRÉHISTOIRE CRÉTOISE. TYLISSOS A L'ÉPOQUE MINOENNE, suivi d'une note sur les Larnax de Tylissos, par JOSEPH HAZZIDAKIS, traduit du grec par l'auteur avec la collaboration de L. FRANCHET, chargé de mission en Crète et en Égypte. Introduction et annotations par L. FRANCHET. Un vol. in-4° de 88 pages, 48 figures et 10 planches hors texte. — Paris, Geuthner, 1921.

Le prophète Ezéchiel, dans le texte hébreu et le texte grec, donne aux Philistins le nom de Crétois (XXV, 16). C'est une preuve que les Philistins sont originaires de la Crète. Les textes égyptiens appellent les Crétois, *Keftiu*. C'est une réminiscence de la table ethnographique de Moïse (Gen. X), qui les appelle *Caphtorim* et les nomme à côté des Philistins, de sorte que nous savons avec certitude que les Caphtorim sont les Crétois de la Crète et les Philistins les Crétois émigrés en Palestine. Ces peuples chamitiques sont probablement identiques aux Pélages, les aborigènes de la Crète et de la Grèce que les Hellènes indo-européens ont soumis à leur domination.

Ce sont ces mêmes Crétois qui ont amené en Syrie, les signes alphabétiques égéens, dont on a relevé les traces depuis 1893, signes que les Phéniciens ont transformés et donnés au monde.

De nombreuses tablettes, avec des inscriptions crétoises ont été mises au jour, quand en 1900 et au début du XXe siècle les admirables recherches de M. Arthur Evans et d'autres explorateurs anglais, italiens et américains ont fait revivre les merveilles de la civilisation préhellénique dans l'île de Crète.

Les Grecs aussi se sont mis à l'œuvre et c'est ainsi que nous pouvons présenter aux lecteurs de la REVUE un livre qui contient la description de trois campagnes de fouilles effectuées à Tylissos de 1909 à 1912.

Nous sommes redevables à deux auteurs de ce beau travail : l'auteur grec a fouillé avec méthode et il donne un aperçu lumineux de ses trouvailles ; l'auteur français a collaboré à la traduction ; il a enrichi presque chaque

page de notes d'une haute valeur scientifique et il a mis en relief l'importance de la chronologie relevée à Tylissos.

Le village de Tylissos est situé à l'Ouest de Candie et se trouve à égale distance de Cnossos et du mont Ida, soit environ 12 kilomètres. Les fouilles de Tylissos ne présentent pas au point de vue des richesses archéologiques la même importance que les célèbres fouilles de Cnossos et de Phaistos, mais elles sont extrêmement intéressantes au point de vue chronologique.

Voici le système chronologique proposé par les auteurs :

La première des trois assises de Tylissos en allant de bas en haut, correspond aux trois phases du Minoen primitif et à la première phase du Minoen moyen. Le Minoen moyen II est peu caractérisé (Enéolithique et Bronze I).

La seconde assise de Tylissos comprend la troisième phase du Minoen moyen et les deux premières phases du Minoen dernier (Bronze II et III).

L'assise la plus récente de Tylissos correspond à la troisième phase du Minoen dernier (Bronze IV).

Il résulte des observations rigoureuses faites par nos auteurs tant au cours des travaux qu'au Musée de Candie, que plusieurs des neuf subdivisions chronologiques de M. A. Evans se confondent avec celles qui précèdent et avec celles qui suivent.

Les dates approximatives pour l'époque minoenne sont les suivantes d'après M. l'abbé Obermaier : Minoen primitif : 3000-2000 ans avant Jésus-Crhist ; Minoen moyen : 2000-1600 ans avant J.-C.; Minoen dernier : 1600-1250 ans avant J.-C.

M. Salomon Reinach et M. Déchelette proposent à peu près les mêmes dates.

Sur quelles données cette chronologie est-elle basée ?

Beaucoup d'égyptologues adoptent actuellement la chronologie égyptienne de M. Ed. Meyer. On peut l'appliquer à la Crète. En effet, un objet crétois figuré en Egypte sur un monument de date certaine, sert à dater les objets analogues trouvés en Crète. Un objet égyptien de date certaine et trouvé en Crète dans un niveau déterminé, sert à dater ce niveau.

Les fouilles de Tylissos sont très importantes aussi en

raison des méthodes rigoureuses qui ont été suivies au cours des travaux. Nous citons quelques exemples pour montrer comment ces auteurs exposent les résultats de leurs investigations et de leurs études et comment ils nous révèlent les secrets de la vie intime des habitants primitifs de la Crète qui ont précédé l'âge homérique.

Parlant des *pithoi* ou grandes cruches en forme de tonneau, ils font observer qu'aujourd'hui encore, les potiers du village de Thrapsanos voyagent dans toute la Crète et s'arrêtent tous les deux ou trois ans, dans les principaux villages où, pendant environ trois mois, ils fabriquent des *pithoi* pour toute la contrée. Un *pithos* est particulièrement intéressant, car il porte sur l'épaulement une tête de *Bos primigenius* en relief.

Les Crétois semblent avoir employé certains vases, que les auteurs désignent sous le nom de cratères, pour cultiver des fleurs dans leurs maisons ; c'est du moins ce que paraît attester un fragment de peinture murale de Cnossos que l'on peut voir au Musée de Candie.

On est parvenu à lire l'écriture crétoise ; on possède déjà des milliers de textes crétois, mais on n'a pas encore réussi à les interpréter ; il y a des savants qui cherchent du côté indo-européen ; à notre avis, on ferait mieux d'établir la comparaison avec les langues chamitiques. Trois tablettes ont été trouvées à Tylissos ; la première présente des signes qui se rencontrent pour la première fois sur les tablettes crétoises. Sur les tablettes de Tylissos on distingue des lignes verticales, des lignes horizontales, des circonférences avec ou sans points intérieurs : tous ces signes paraissent représenter des nombres.

Il y a des fragments de vases de la plus ancienne céramique de Tylissos qui semblent porter des décors en relief, obtenus au moyen de la roulette ; un examen plus approfondi de la disposition des motifs de décor permit d'apercevoir que la décoration avait été effectuée en pressant sur la pâte molle une sorte de cachet et en répétant cette opération. Cela nous montre avec quel soin minutieux les auteurs ont étudié leur sujet.

Les Crétois se nourrissaient de brebis, de chèvres, de porcs et de bœufs. Le *bos primigenius* a été probablement

domestiqué. M. J. Hazzidakis a trouvé un grand nombre de cornes de cet animal, parmi lesquelles il y en avait une dont la pointe avait été sciée, pour rendre l'animal moins dangereux. Dans les peintures murales de Cnossos, on aperçoit des taureaux utilisés pour les jeux.

Les matériaux archéologiques incomparables, provenant des fouilles faites en Crète, sont accumulés dans des sources, le plus souvent inaccessibles au public. Ce sera le mérite de M. Hazzidakis et de son collaborateur d'avoir consigné les résultats de leurs travaux dans une monographie abordable qui fait honneur tant à la librairie orientaliste de M. Geuthner qu'à la science française et aux missions scientifiques, envoyées par la France en Orient.

J. Claerhout.

XIX

Mission archéologique en Arabie. Coutumes des Fuqara, par les RR. PP. Jaussen et Savignac. Un vol. in-4° de 100 pages, publié avec le concours de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. — Paris, Geuthner, 1914 (paru en 1920).

Les Fuqarâ forment en Arabie un groupement de nomades de 120 tentes, divisés en neuf clans, qui occupent un territoire, situé à environ 400 à 500 mètres au sud-est de Kerak et de Maan, au Sud de Teima et à l'est de Médâin-Sâleh. C'est dans cette dernière localité que passe actuellement la voie ferrée qui conduit le grand pèlerinage syrien à la Mecque. Autrefois le pèlerinage achetait chaque année aux Fuqarâ le droit de passage à Médâin-Sâleh. Avant la guerre, le gouvernement turc payait chaque mois aux principaux membres de la tribu 227 megidys 1/2, soit environ 1000 frs pour le passage des pèlerins, l'établissement de la voie ferrée et la libre circulation des trains, sans compter les 162 megidys payés mensuellement aux 13 surveillants chargés de garder la voie entre Hesem Sana et El Ela. Toutes ces localités sont situées aux environs du 39e degré de longitude orientale et du 27e degré de latitude.

Chaque année nous apporte dans les grandes revues

scientifiques son contingent de monographies sur l'ethnographie de l'une ou l'autre peuplade peu connue de l'ancien ou du nouveau monde ; mais rarement il nous a été donné de lire une étude aussi intéressante et aussi bien documentée que celle que les deux professeurs de l'école biblique de Jérusalem, les Révérends Pères Jaussen et Savignac, ont consacrée à la tribu arabe des Fuqarâ et à la région qu'ils habitent. Les auteurs s'excusent modestement de ne relater les faits qu'un peu au décousu, comme la marche du nomade à travers la steppe. Nous prions le lecteur de n'en rien croire. Cette enquête sur les Fuqarâ fourmille de renseignements précieux, coordonnés d'après un plan très méthodique et exposés de la manière la plus attrayante.

Nous n'exprimons qu'un regret, c'est qu'aucune figure n'accompagne le texte, mais on ne peut être trop exigeant pour des auteurs dont la science égale le dévouement et qui avaient déjà à communiquer plusieurs chants et légendes dans le texte arabe original, en caractères latins et en caractères arabes.

Quelle somme de sacrifices et quel ensemble de connaissances ne faut-il pas pour parvenir au milieu de ces Bédouins méfiants, entourés de tribus franchement hostiles aux voyageurs étrangers, pour traiter avec les guides, les interprètes et les Cheikhs, pour recueillir par la plus longue et la plus patiente des investigations tous les détails de la vie intime de ces nomades ?

La géographie, les sciences naturelles, l'histoire des religions, la science des traditions populaires trouvent à glaner dans ce mémoire ethnographique dans lequel sont décrites la vie de la tribu et de la famille ; la vie des individus avec leurs qualités physiques et morales, leurs maladies et leur nourriture ; la vie religieuse avec tout ce qui a trait aux superstitions, aux sacrifices, à Allah, aux esprits infernaux et malfaisants, à la circoncision, à l'âme et à la mort ; la vie économique avec les plantes qui croissent et les animaux qui vivent sur le territoire des Fuqarâ.

On trouve aussi dans ce savant travail des renseignements qui peuvent contribuer à élucider certains problèmes de la préhistoire. Nous sommes heureux de mettre en relief un

petit fait qui n'est pas sans importance. Les auteurs constatent que les Fuqarâ ne vénèrent pas de pierres levées, mais ils font observer qu'au sommet du Gebel Ueired, à l'ouest de Moazzam, se trouve un quartier de roche visité par les Bely. Ces nomades aiment à porter auprès de cette pierre leurs malades. Le contact avec la roche doit donner la force à l'infirme qui fait immoler une victime sur les lieux. Nous en concluons que nous pouvons rattacher l'origine de nos menhirs aux mêmes croyances, au même fétichisme qui ont donné naissance aux cultes litholâtriques, dont nous voyons ici les vestiges en Orient.

Le désert est conservateur, écrivent les auteurs, et en les lisant on croit lire parfois un chapitre de la Genèse. Ces nomades habitent sous la tente comme les anciens patriarches et leur cheikh Mutlaq, un vénérable vieillard, a son homme de confiance, un esclave affranchi, son abed ou serviteur, ressemblant à Eliézer, le serviteur d'Abraham. Leur langue est vieille aussi et sur les lèvres des Fuqarâ on surprend des mots antiques, tel le nom d'un mois *Tuam*, qui signifie les Gémeaux comme l'assyrien *tuâmu* et le syriaque *tomô*. Il est probable que le nom de ce mois dérive du signe du zodiaque. Ces hommes du désert qui ne savent ni lire ni écrire, lisent dans le grand livre de la création et connaissent mieux les constellations et le mouvement des astres que beaucoup de gens instruits de nos régions. Les lecteurs de la REVUE ont retenu l'intéressant article du regretté père Thirion sur les Pléiades ; les Fuqarâ observent aussi ce groupe de petites étoiles frissonnantes qui à leur avis jouent un rôle très important dans le ciel. En hiver, lorsque la lune se trouve à côté des Pléiades, une étoile nommée *Fahel* survient tout à coup du nord et se dirige sur les Pléiades. Si elle les frappe, la pluie sera néfaste et l'année mauvaise : mais si elle manque les Pléiades, l'année sera fertile.

J. CLAERHOUT.

XX

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DES NOUVELLES FOUILLES DE SUSE, par P. CRUVEILHIER. Un vol. in-12 de 154 pages. — Paris, Geuthner, 1921.

Dans une série d'articles parus dans la REVUE DU CLERGÉ FRANÇAIS, M. Cruveilhier avait étudié déjà les découvertes décrites dans les neuf premiers tomes des *Mémoires de la délégation en Perse*, en insistant surtout, comme de juste, sur le fameux code de Hammourabi comparé à la législation civile des Hébreux. Des recherches nouvelles ont fourni matière à six nouveaux volumes de *Mémoires*, parus encore avant la guerre. A la suite du R. P. Lagrange, O.P., et de M. Pézard, mais à un point de vue différent, M. Cruveilhier examine les riches matériaux mis ainsi à la disposition des savants.

Le livre que nous annonçons est un travail de haute vulgarisation. Tout ce qui dans les nouveaux documents intéresse l'histoire, la religion, le droit et la philologie, est utilisé par l'auteur. Comme on devait s'y attendre, le point de vue religieux, en particulier tout ce qui peut jeter de la lumière sur les idées et les mœurs du peuple israélite, le préoccupe surtout. Sous ce rapport les pages consacrées au nouveau poème du juste souffrant, à la comparaison des symboles dans l'antiquité élamite et des premiers récits de la Genèse, à l'offrande des victimes, au trésor du temple, et au code pré-hammourabien sont des plus instructives.

G. S.

XXI

ABOU YOUSOF YA' KOUB. Le livre de l'impôt foncier (Kitâb el-Kharâdj), traduit et annoté par E. FAGNAN. Un vol. in-8° de XVI-352 pages. — Paris, Geuthner, 1921.

Abou Yousouf Ya'koub est le grand juriste musulman du VIIIe siècle. Nommé Kadi à Bagdad, il fut le premier à recevoir le titre de *Kâdi 'l Kodât*, juge à compétence générale : aucune nomination de Kadi ne se faisait sans son agrément. Il fut chargé de l'éducation du Darmékide Dja'far ben Yahya, et mourut en place après avoir exercé les fonctions que lui avait confiées le Khalife El-Mahdi, d'abord sous le règne de ce prince, puis sous celui de ses deux successeurs El-Hâdi et Hâroûn-er-Rechid. Ses connaissances en droit, en hadith, en exégèse koranique, en histoire préislamique et postislamique étaient très étendues. Des

divers ouvrages de droit, dont il est l'auteur, il semble que le seul Kitâb el-Kharâdj soit parvenu jusqu'à nous. Et on peut se demander s'il reçut jamais une rédaction définitive.

M. E. Fagnan, l'arabisant bien connu, a assumé la tâche de le faire connaître aux lecteurs français. A bon droit il estime que l'ère de liberté ouverte pour la Syrie en 1914 doit être marquée par la connaissance plus approfondie des productions littéraires de l'Asie. Le nom de M. E. Fagnan garantit par avance l'excellence de la traduction.

L'ouvrage de Abou Yousof Ya'koub est — sous forme de réponse aux questions posées par le Khalife Hâroûn-er-Rachîd — une sorte de mémoire sur des sujets d'ordre politique et administratif. Inutile d'y chercher la rigueur logique réclamée par notre tournure d'esprit. Dans ses développements, l'auteur musulman part naturellement du grand Livre sacré et cite les autorités qu'il invoque, en laissant le plus souvent au lecteur le soin de formuler la conclusion. On ne peut pas oublier que de son temps le droit était encore en formation, et n'était pas parvenu aux solutions nettes qui ont prévalu plus tard.

Le beau travail de M. Fagnan est une précieuse contribution à l'histoire de ce droit. Il forme le premier volume de la *Bibliothèque archéologique et historique du service des Antiquités de Syrie.*

G. S.

XXII

I. — The essentials of mental measurement, by William Brown, M. A., M. D., D. Sc., etc. and Godfrey H. Thomson, D. Sc., Ph. D. etc., Un vol. in-8° de 216 pages. — Cambridge, University Press, 1921.

II. — Le système Taylor et la Physiologie du travail professionnel, par J. M. Lahy. Un vol. in-12 de 216 pages *(Bibliothèque française du Chef d'Industrie)*. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

III. — Mécanismes communs aux phénomènes disparates, par Michel Pétrovitch, professeur à l'Université de Belgrade. Un vol. in-16 de 278 pages *(Nouvelle Collection scientifique)*. — Paris, Félix Alcan, 1921.

I) Ce volume est une réédition, fortement augmentée et remaniée, d'un ouvrage paru en 1911, sous le même titre et sous la seule signature de M. W. Brown.

Des observateurs superficiels ont répété à tous les échos depuis quelques années, que la psychophysique était morte, étouffée sous une montagne croulante de chiffres et de diagrammes parfaitement inutilisables. Faut-il dire que ce jugement simpliste, comme tous les jugements simplistes, est inexact. Sans doute, l'interprétation que Fechner donnait de la psychophysique a vécu ; sans doute aussi beaucoup de mensurations effectuées sans ordre et sans but précis paraissent dénuées de valeur, mais les « méthodes psychophysiques » demeurent extrêmement précieuses en psychologie expérimentale, et cela, tant au titre principal qu'à titre subsidiaire ; de plus, la psychophysique est aujourd'hui si bien vivante, qu'elle inspire les travaux de nombreux chercheurs, en Europe et aux États-Unis.

Ce que plusieurs critiques ont pris pour une maladie mortelle n'était qu'une crise de croissance. Après une période de tâtonnements, la psychophysique semble en être arrivée maintenant à fixer son orientation dans le sens des procédés statistiques, les seuls vraiment applicables aux phénomènes mentaux.

Elle y fut aidée par le développement parallèle d'une science encore jeune, la *Biométrique*, application de la mesure, et plus particulièrement de la statistique, aux caractères biologiques dans leur variété et leur variation. Entre la biométrique et la psychophysique moderne, il y a différence d'objet, mais identité foncière des méthodes. L'une et l'autre science s'entourent, et même se hérissent, d'un appareil mathématique, emprunté surtout au calcul des probabilités et des erreurs.

C'est dire que le livre de MM. Brown et Thomson, sans précisément s'adresser à des mathématiciens de profession, suppose chez ses lecteurs, une initiation assez spéciale aux méthodes psychophysiques et aux procédés de calcul qu'elles mettent en œuvre. Pour un peu, nous bifferions même le mot « lecteurs », cet ouvrage étant moins un livre de lecture qu'un instrument de consultation et un recueil de formules. Le psychologue de métier y rencontrera, avec plaisir,

la mention du point de vue le plus récent adopté par les principaux biométriciens et psychophysiciens du jour : les Pearson, les Spearman, les Mueller, les Wirth, les Urban, les Yule, les Mac Dougall, etc., sans compter les deux savants auteurs du présent volume.

Dans la première partie du livre, consacrée à la *Psychophysique proprement dite*, les méthodes classiques sont exposées clairement, moins au point de vue de l'expérimentation elle-même, qu'au point de vue de l'interprétation et du traitement mathématique des résultats. Signalons un chapitre sur la signification des courbes irrégulières obtenues, souvent, dans la figuration des données brutes d'expériences.

La seconde partie explore, toujours au point de vue des méthodes, un domaine relativement nouveau de la psychophysique : *le calcul des corrélations*. La corrélation, en général, est une relation définie entre des variables définies. Deux caractères psychologiques dont on note la fréquence respective, peuvent présenter, soit dans une pluralité d'individus, soit chez le même individu en des circonstances diverses, non seulement deux séries indépendantes de variations régulières, mais encore, d'une variation à l'autre, un rapport numérique différent de celui que ferait prévoir le calcul des probabilités. Le degré de cette corrélation entre variables s'exprime par « un coefficient de corrélation ». Psychologiquement, le coefficient de corrélation traduit donc, directement ou indirectement, une dépendance fonctionnelle plus ou moins étroite entre les caractères considérés. Et ce que nous disons de caractères isolés peut s'appliquer aussi à des groupes de caractères. On conçoit donc que, par le simple moyen de la statistique, appliquée aux résultats immédiats de l'expérimentation, on puisse espérer établir un système total de corrélations qui traduise véritablement la structure fonctionnelle de l'esprit. La méthode est certes intéressante, bien qu'elle reste difficile à manier et que les résultats n'en soient pas non plus faciles à interpréter.

A ce propos, l'on trouvera dans le livre que nous analysons, la discussion courtoise — un peu technique, mais instructive — des vues théoriques émises par C. Spearman, dans son Mémoire si remarqué : « General intelligence

objectively determined and measured » (Am. Journal of Psychol., XV, 1904, pp. 201-292). Deux points sont en litige : 1° Une « formule de correction » applicable à des observations faites en nombre restreint ; 2° Surtout la « théorie des deux facteurs », — l'un général, l'autre spécifique — de toute aptitude psychologique, théorie que M Spearman édifia sur une interprétation, peut-être hâtive, de la hiérarchie apparente des « coefficients de corrélation ».

En appendice, les auteurs reproduisent différents tableaux de valeurs numériques, et une liste des intégrales définies, simples et doubles, qui sont le plus fréquemment utilisées dans les applications du calcul des probabilités à la psychologie.

II) Depuis peu d'années, les recherches de psychologie et de psychophysiologie appliquée tendent à prendre une grande extension. Des revues ont été fondées pour en surveiller le développement. Que des spécialistes, comme il arrive, s'exagèrent l'importance de ce mouvement, nous en convenons volontiers. Néanmoins, il faut savoir constater le fait : ce ne sont plus seulement la pédagogie, ou la psychiâtrie, qui font appel aux indications de la science théorique voisine, c'est encore l'économie sociale, surtout en ce qui concerne la sélection et l'organisation professionnelles, et c'est même la technique industrielle, pour autant qu'elle dépend de ce facteur, jamais purement mécanique : le travail humain.

Nous dirons donc que le petit livre de M. Lahy, paru dans la « Bibliothèque du *Chef d'Industrie* », n'intéresse pas moins le sociologue et le psychologue.

Le système de Taylor (chacun en connaît suffisamment les grandes lignes) n'a pas donné, en Europe, ni même en Amérique, tous les résultats que s'en promettait un engouement excessif. Non qu'il ne contienne des parties heureuses et ne tende à une organisation meilleure du travail d'usine, en réduisant au minimum les tâtonnements et les gaspillages de temps. Mais, en dépit des intentions généreuses de son auteur, le taylorisme pèche par une conception trop étroite du travail humain, dont — quoi que certains prétendent — il ne respecte pas assez les conditions physiologiques et

psychologiques normales. Il vise trop exclusivement à assurer le rendement maximum *immédiat*, dans le minimum de temps : ce qui prête à bien des erreurs, qui deviennent facilement des iniquités.

« Les courbes de travail (de Taylor) ne sont que des courbes de rendement » (Lahy) : toutes les critiques que l'on oppose au système se résument à souligner le caractère exclusif de cette conception. Brutalement appliquée (est-elle, d'ailleurs, totalement applicable ?) elle sacrifierait, chez l'ouvrier, moyennant l'appât de quelques gains compensateurs, le bien individuel et la valeur sociale. Aussi, n'est-elle, en fait, appliquée que sporadiquement, ou bien avec des tempéraments qui en atténuent les inconvénients, mais aussi en diminuent singulièrement l'originalité.

M. Lahy, dont la contribution personnelle à la psycho-physiologie du travail n'est pas négligeable, s'applique à discerner les parties utiles des méthodes de Taylor, et plus encore à en dévoiler les côtés faibles. Pour l'essentiel, nous admettons sans peine qu'il a raison, du moins s'il s'agit de cette orthodoxie tayloriste que l'auteur définit avec une rigueur logique plus française qu'américaine. Car, pour être entièrement équitables, nous ne devons pas oublier non plus que nos amis de race anglo-saxonne ont l'heureux privilège de tirer souvent une pratique passable, ou même excellente, d'une théorie défectueuse.

III) M.Pétrovitch s'efforce d'exposer clairement, et de justifier, une méthode qui devrait conduire à une « phénoménologie générale de la Nature ». Il a d'ailleurs la sagesse de ne point prétendre avoir créé de toutes pièces cette méthode merveilleuse, qui consiste simplement à réduire les phénomènes divers à l'unité, selon leurs communautés et leurs analogies.

A vrai dire, dès le moment où l'humanité se mit à construire des concepts abstraits, elle appliqua un procédé généralisateur qui ne diffère pas essentiellement de celui du professeur serbe. Très tôt même, les philosophes anciens définirent la portée de ce procédé, en observant que les différents types de causalité physique, hormis la génération, se rapportent non aux « espèces », mais aux « genres » des objets, c'est-à-dire, gagnent en extension réelle à mesure

qu'ils correspondent, dans la hiérarchie des genres, à un degré plus élevé. Newton, recherchant les « causes généralissimes » des phénomènes naturels, ne faisait non plus qu'universaliser des similitudes génériques. Enfin, le mécanisme moderne poussa la méthode à bout, ne retenant, des causalités génériques, que les propriétés absolument élémentaires de l'unité masse-énergie jetée dans l'espace et dans le temps ; propriétés sans lesquelles la matière comme telle nous est inconcevable ; et il revendiqua le droit de réédifier, au moyen des seules propriétés élémentaires, la totalité des relations complexes du monde phénoménal.

M. Pétrovitch n'adopte pas, sinon comme un idéal inaccessible, cette exigence théorique mécaniste, « point asymptotique de la marche des connaissances humaines » (p. 263). Il reprend la méthode un peu en deçà, là où les communautés et les analogies gardent encore assez de souplesse pour embrasser l'expérience entière sans la mutiler ; mais d'autre part, et c'est, croyons-nous, l'originalité de son livre, il entend définir et subordonner entre elles les analogies et les similitudes, de façon à les rendre susceptibles d'expression mathématique, ou, si cet *optimum* n'est pas réalisable, de façon à leur assurer un rôle utile dans le classement des phénomènes et, par là même, dans l'invention de points de vue théoriques nouveaux, gros peut-être de découvertes. Le savant, qui dérobe quelque secret à la Nature, n'est-il pas guidé, presque toujours, par l'analogie anticipatrice ?

Ce livre, un peu difficile, déblaie, ou commence de déblayer l'immense terrain des faits, en groupant sous différents chefs les principales communautés phénoménologiques. Sans introduire, nous semble-t-il aucun principe absolument nouveau, il intéresse par le choix des exemples et des applications, comme aussi par l'effort vers une formulation systématique d'analogies qu'on eût pu croire plus insaisissables.

Disons encore que M. Pétrovitch a dépouillé son exposé de l'appareil mathématique dont il l'entourait en des publications antérieures. Ainsi allégée, son œuvre n'a plus de quoi rebuter les philosophes qui seraient curieux

de ces questions, passablement sèches, de méthodologie formelle des sciences.

J. Maréchal, S. J.

XXIII

I. — Rôle des Colloïdes chez les êtres vivants. Essai de biocolloïdologie. Nouvelles hypothèses dans le domaine de la Biologie et de la Médecine, par Auguste Lumière. Un vol. in-12 de VIII-311 pages. — Paris, Masson et Cie, 1921.

II. — Le Mouvement scientifique contemporain en France. I. *Les sciences naturelles*, par Georges Matisse, docteur ès sciences. Un vol. in-18 de 160 pages. « Collection Payot ». — Paris, Payot, 1921.

— Les Agents physiques et la Physiothérapie, par le Dr Pierre Boulan. Un vol. in-18 de 160 pages. « Collection Payot ». — Paris, Payot, 1921.

I) Il y a une bonne dizaine d'années, nous efforçant, en cette Revue même (1), de dégager quelques lignes générales dans la masse, déjà imposante, des applications de la chimie des colloïdes à la physiologie, nous étions amené à souligner une proposition, encore neuve alors : que toute recherche de biochimie, et même nombre de recherches de biophysique, impliquent un problème de colloïdes. A cette constatation, devenue banale, nous en joignions une seconde, moins catégorique, que les travaux de la dernière décade tendent à confirmer : à savoir que, parmi les réactions organiques, quelques-unes des plus importantes, par exemple la cinétique des ferments et des anticorps, avec ses écarts étrangement capricieux, ne s'expliquaient pas suffisamment par les théories colloïdales à base purement chimique ; qu'au contraire, ce qu'offraient de réellement original les actions fermentaires et les réactions d'immunité, devait provenir surtout des combinaisons d'adsorption propres aux éléments colloïdaux. D'ailleurs, ces combinaisons elles-mêmes ne paraissaient pas, non plus, résulter

(1) Cf. *Pour faciliter la lecture des travaux récents de physiologie générale*. I. *Les colloïdes*. II. *Enzymes et catalyseurs*. III. *Antigènes et anticorps*. Revue des Questions scientifiques, 1910 et 1911.

uniquement d'une neutralisation de charges électriques, ou d'un engrènement mécanique, mais bien supposer en outre la mise en jeu d'affinités plus étendues. Depuis lors, les recherches les plus variées ont fait mieux connaître la structure de la micelle colloïdale, avec sa gaine de produits adsorbés, ainsi que les relations de la micelle tant avec son solvant qu'avec les micelles voisines : les conditions précises de l'accroissement micellaire, de la floculation et de la précipitation se laissent entrevoir.

Le livre, très suggestif, de M. A. Lumière appartient à la catégorie des travaux qui nous paraissent engagés dans la bonne voie, parce qu'ils font une part très large, dans les réactions organiques, aux combinaisons d'adsorption et aux rapports mécano-physiques des granules colloïdaux, sans toutefois méconnaître les facteurs spécifiques qui s'y enchevêtrent. Non point que ce livre apporte des vues nouvelles sur la mécanique générale des colloïdes ; ni même, comme sembleraient l'insinuer le titre et le sous-titre, qu'il jette les premiers linéaments d'une théorie colloïdale complète de la vie : selon nous, pareille ambition serait disproportionnée aux résultats acquis et publiés ; il réalise à la fois moins et mieux, car il éclaire la pathogénie commune d'un grand nombre de troubles organiques par une interprétation simple — suffisamment vérifiée déjà et assez prometteuse pour constituer une excellente « hypothèse de travail ».

Tout médecin et tout physiologiste connaît, aujourd'hui, les accidents anaphylactiques, sous leurs deux formes aiguë et chronique. M. Lumière, à la suite d'expériences qui semblent bien menées, considère ces deux sortes de troubles comme l'effet d'une floculation de colloïdes dans la circulation sanguine (floculation amenée par un « mûrissement » plus ou moins rapide des micelles).

Prenons le cas le plus compliqué : les accidents aigus du « choc anaphylactique » : « Pour que le choc se produise, il faut : 1° La présence d'un floculat dans la circulation ; 2° L'excitation brusque de l'endothélium des vaisseaux cérébraux ; 3° La transmission par voie réflexe de cette excitation aux capillaires viscéraux ; 4° La vaso-dilatation de ces capillaires ; 5° En dernière analyse, le déséquilibre

entre le volume total des vaisseaux et celui du sang, déséquilibre dû à ce fait que la masse du sang devient insuffisante pour remplir les vaisseaux dilatés. — Si l'on supprime l'une quelconque de ces causes, en dissolvant le floculat par un réactif approprié, en évitant l'excitation brusque vasculaire centrale, en supprimant la possibilité de sa transmission réflexe, en empêchant la vaso-dilatation des capillaires ou en remplissant la circulation, le choc ne doit plus avoir lieu. Or, c'est précisément ce que l'on observe... » (pp.58-59).

Les accidents tardifs ou chroniques s'expliquent, eux, principalement par des stases sanguines et des irritations locales, causées par la présence du floculat en divers points du réseau capillaire, en particulier dans les régions exposées, normalement ou accidentellement, à une vaso-constriction intense.

Le mérite le plus apparent de cette hypothèse, c'est d'abord qu'elle permet une série illimitée de contre-épreuves, dans des conditions expérimentales bien définies ; et puis aussi que, dûment vérifiée, elle ouvrirait réellement des voies nouvelles à la thérapeutique. Telle quelle, dans l'exposé sommaire et provisoire qu'en fait M. Lumière, elle présente assez de titres pour s'imposer à l'attention, mais trop de côtés obscurs pour forcer déjà la conviction. L'avenir dira si les espoirs de l'auteur sont fondés ; dussent-ils être en partie démentis que ses expériences n'en garderaient pas moins une sérieuse valeur par les problèmes qu'elles suscitent et les recherches ultérieures qu'elles amorcent.

Quant à l'extension des vues de M. A. Lumière au problème de la sénescence et à celui des échanges nutritifs chez les végétaux, ce n'est encore qu'un commencement plein de promesses.

L'ouvrage se termine par une bibliographie extrêmement — nous serions tenté de dire : exagérément — copieuse.

II) Nous nous faisons un plaisir de signaler ces deux petits volumes de la « Collection Payot ». Si l'on accepte l'idée d'une vulgarisation savante et condensée, qui se maintienne à un niveau un peu inférieur à celui des spécialistes et un peu supérieur à celui des profanes cultivés, on ne pourra qu'admirer l'art avec lequel chacun des auteurs réussit à ordonner clairement tant de choses en un petit in-18 de 160 pages.

M. G. Matisse passe en revue les travaux les plus significatifs des naturalistes français contemporains, dans le domaine de la Zoologie, de la Biologie générale et de la Botanique. Lacaze-Duthiers, Yves Delage, E. Bataillon, Fréd. Houssay, L. Cuénot, G. Bohn, R. Quinton, G. Chauveau, M. Molliard, L. Matruchot : ce défilé de noms bien connus dit assez l'objet et la tendance du volume.

Le Dr Boulan, devant exposer l'ensemble des méthodes et des applications de la Physiothérapie, se trouvait placé devant une tâche littéraire singulièrement ardue. En une bonne centaine de pages, il ramasse tout ce qu'il importe au lecteur « non-initié » de connaître en fait de kinésithérapie (massage, gymnastique, mobilisation et mécanothérapie, rééducation motrice), de thermothérapie, d'aérothérapie, de cryothérapie, d'hydrothérapie, de photothérapie, d'électrothérapie, de radiothérapie et de radiumthérapie. En une deuxième partie, il indique ensuite sobrement le traitement physiothérapique qui convient à différentes classes de maladies.

Ici ou là, le « non-initié » devra recourir à un dictionnaire de médecine, car ce petit traité, clair mais prodigieusement concis, ne peut toujours afficher le luxe de définir les termes techniques employés.

J. Maréchal, S. J.

XXIV

Introduction générale a l'étude des doctrines hindoues, par R. Guénon. Un vol. in-8°, carré, de 346 pages. Collection « Systèmes et faits sociaux ». — Paris, Rivière, 1921.

Devant apprécier ce livre, nous rendons grâces au Ciel de n'être ni un « indianiste », ni même, plus généralement parlant, un « orientaliste » ; car ces étiquettes nous disqualifieraient irrémédiablement aux yeux d'un auteur, qui, en cent endroits divers, affiche le dédain le plus olympien pour les « compétences » officielles. Notre « incompétence » relative nous rassurerait donc, si nous n'offrions encore le vice rédhibitoire d'être, par profession, un tantinet « philosophe » (oh ! si peu, cher Monsieur), et par-dessus tout

— mais, là, qu'y faire ? — d'être un « Occidental », tare essentielle... que nous partageons, croyons-nous, avec M. Guénon.

Celui-ci, chez qui la conception, nous nous plaisons à le reconnaître, est aussi vigoureuse que l'expression, s'attache à définir le type de la pensée orientale par opposition à la pensée européenne ; il nous montre, dans la tradition hindoue, perpétuée jusqu'à nos jours, un point de vue qui n'est ni « philosophique », ni « religieux », ni « moral » mais purement et simplement « métaphysique ». Il va sans dire que nous autres, Occidentaux, nous avons toujours profondément ignoré la métaphysique, la saisie sereine de l'universel absolu : tout au plus aurions-nous failli en prendre un lointain soupçon au moyen âge, dans la philosophie scolastique.

Soit : il suffit de s'entendre sur le sens des mots. Il y a beaucoup de vrai, nous semble-t-il, sous les énoncés tranchants de l'auteur.

Nous nous permettons seulement de penser qu'il exagère.

On peut dire énormément de mal des philologues orientalistes. Nous en connaissons cependant qui n'ont d'autre parti pris que celui d'être modestes dans leurs conjectures ; et d'autres encore, très instruits dans la philosophie occidentale, antique et moderne, qui nous firent entendre, bien que sous une forme plus modérée, la plupart des remarques générales que M. Guénon proclame indispensables pour comprendre l'hindouisme véritable.

Nous croyons aussi que l'auteur est beaucoup trop sévère pour la philosophie occidentale. Il y a, dans celle-ci, autre chose que de l'empirisme, ou du rationalisme à courte vue, ou du pragmatisme étroit : en lisant bien (c'est-à-dire, souvent, en lisant entre les lignes) on y trouve aussi un intellectualisme métaphysique, appuyé, comme il est nécessaire à toute métaphysique humaine, sur une philosophie de la tendance et de l'action. M. Guénon, qui n'ignore point les Scolastiques, note justement, comme pouvant être rapprochée de l'idée hindoue de la « réalisation métaphysique » une thèse aristotélicienne et thomiste : l'identité du sujet et de l'objet selon la mesure même de la connaissance. Il nous comprendra donc lorsque nous rappellerons que cette

doctrine, loin de ne constituer qu'un théorème adventice ou secondaire, est absolument centrale dans l'aristotélisme thomiste, et commande l'ensemble du système où elle s'articule ; bien comprise, elle conduit à la conception, si profonde, de l'analogie de l'être, où se marquent nettement la continuité, à la fois, et l'opposition des domaines respectifs de l'intelligence pure et de la raison discursive. Nous croyons, pour notre part, que les philosophies occidentales modernes ne sont pas toutes entièrement fermées à ces points de vue, qui permettraient, peut-être, de jeter un pont de communication entre la pensée orientale et la nôtre. Mais ce sont là trop gros problèmes pour être débattus dans un compte rendu. Nous voulions seulement justifier notre impression que M. Guénon est trop absolu à décréter des incompatibilités et trop enclin à déprécier la métaphysique de chez nous.

La partie du livre de loin la plus intéressante sont les 16 chapitres d'exposé général des « doctrines hindoues ». Telle ou telle interprétation dût-elle paraître contestable à quelque malencontreux « orientaliste », on ne peut nier que cet exposé ne mette en belle lumière l'unité foncière des différents aspects de l'hindouisme ; aspects complémentaires ou du moins solidaires, qu'on nous présentait généralement isolés, et par là même sous un faux jour. Pour un profane, appelé à lire des travaux plus spéciaux concernant la philosophie, la religion ou la vie sociale de l'Inde, ces quelque 120 pages, jointes à deux ou trois remarques préliminaires, empruntées à la 1re et à la 2e partie, constitueraient une « Introduction » réellement utile.

Au total, nous rendons hommage au talent de l'auteur (qui fait preuve de connaissances étendues et domine son sujet, mais devrait bien condescendre à justifier, çà et là, ses affirmations). Nous ne pouvons cependant nous empêcher de regretter un manque trop évident de mesure dans le ton et de sobriété dans les critiques.

J. Maréchal, S. J.

XXV

Traité comparatif des nationalités, par A. Van Gennep. Tome premier : *Les éléments intérieurs de la nationalité.* Un vol. de 228 pages. — Paris, Payot, 1921.

Comme il nous en avertit dans sa Préface, « l'auteur s'est donné pour but, en rédigeant ce *Traité de Science comparée des Nationalités*, de fournir, sur un problème actuel..., des notions et des idées générales, à tous ceux qui s'intéressent à ce problème... Il a utilisé, non seulement les documents publiés, mais aussi les notes recueillies par lui au cours d'un séjour de quatre ans dans le sud de la Pologne autrefois russe, de voyages en divers pays d'Europe et de deux explorations scientifiques dans l'Afrique du Nord, régions où les questions de nationalité se sont montrées à lui sous leur vrai jour, c'est-à-dire comme des phénomènes partiellement statiques, mais surtout dynamiques ».

Le premier volume critique d'abord les principales définitions données de la nationalité, puis il en étudie les manifestations et les symboles : costume, habitation, mœurs, écriture, langue, religion, frontières, etc.

A une documentation abondante et, sur beaucoup de points, personnelle, M. Van Gennep unit un sens critique et une absence de parti pris d'autant plus appréciés qu'on les rencontre plus rarement chez les ethnographes. L'ouvrage, écrit d'un style sobre et alerte, fourmille de remarques suggestives, d'observations sagaces, de précisions qui jettent un jour nouveau sur la plupart des questions rencontrées.

Nous espérons que les deux volumes qui restent à paraître compléteront avec le même bonheur ce savant ouvrage.

V. Fallon.

XXVI

Rapport général du Comité national de secours et d'alimentation. Tome premier : *Le département d'Alimentation*, avec un appendice et quarante annexes. Quatre volumes de 415, 252, 442 et 507 pages (34 × 21). — Bruxelles, Vromant, 1921.

Ces imposants volumes, lourds de statistiques, fournissent assurément d'irrécusables preuves de l'activité considérable du Comité national pendant la guerre. Ce témoignage n'était certes pas nécessaire ; aussi la publication de ces

volumineux rapports et de leurs annexes paraît-elle moins utile qu'onéreuse. C'était en tout cas tâche plus bienfaisante d'assurer jadis le ravitaillement du pays occupé que d'aligner aujourd'hui des chiffres au long de quinze cents pages sur le fonctionnement du département d'alimentation.

XXVII

Histoire générale de la Chine, depuis les temps les plus anciens jusqu'à la chute de la dynastie mandchoue, par Henri Cordier, membre de l'Institut. Quatre vol. in 8° de 574, 434, 428 et 429 pages. — Paris, Geuthner, 1921.

Dans la littérature abondante, touffue même, qui concerne la Chine, cet ouvrage s'assurera d'emblée une place en vue. Il synthétise les résultats des recherches passées sur l'Empire du Milieu et, par là même, oriente et rend plus aisées des investigations nouvelles. Nous possédons enfin une histoire complète et suivie de la Chine, depuis les temps les plus anciens, jusqu'à l'époque actuelle.

Il sera bon, pour mesurer le monde d'événements que recouvre cette formule banale, de se rappeler que la Chine qui, hier, au Congrès de Washington, sommait le Japon d'évacuer le Chang-Toung, était déjà une Chine « aux jours lointains de l'Égypte et de l'Assyrie ». Encore, vous flatteriez vous, en croyant, par cette coexistence, délimiter son âge. Voici que, sous l'effort acharné de la science moderne, il sort du brouillard gris de la préhistoire une Chine que la Chine la plus vénérable n'a jamais, je ne dis pas connue, mais seulement soupçonnée. Cette Chine-là, M. Cordier la laisse seulement entrevoir, car il est historien ; il estime que sa tâche ne commence qu'avec le document digne de foi : « Les deux ouvrages, écrit-il, dans lesquels nous pouvons puiser — et encore avec beaucoup de prudence pour les parties les plus anciennes — nos renseignements sur l'origine et sur les premières dynasties des Chinois sont le Chou King et le Che Ki : le premier commence aux empereurs Yao et Chouen, le second débute avec Houang Ti » (I, p. 46).

Or, Yao aurait régné de 2357 jusqu'en 2258, Chouen de 2255 jusqu'en 2208 avant J.-C.; Houang Ti, l'Empereur jaune des Célestes, aurait commencé à régner en 2697, et serait mort en 2599 avant notre ère. On comprend la circonspection de M. Cordier. Même en acceptant la thèse de Chavannes, pour lequel l'histoire chinoise, chronologiquement avérée, ne commence qu'en 841 avant J.-C. (1), le travail entrepris et achevé par l'auteur aurait encore eu de quoi effrayer le pionnier scientifique le plus résolu. Pareil travail, du reste, n'est possible que par une existence de labeur probe, consacrée à l'étude d'un seul objet et passionnément aimé. L'homme « bien au fait sur la Chine et d'un grand travail et zélé pour la Chine », auquel le Père Gaubil aurait voulu voir remanier la version française du T'oung Kien Kang du P. de Mailla, ne serait-ce pas M. Cordier ? En tout cas, le signalement de ce sinologue idéal lui convient, trait pour trait. Aussi bien, l'auteur est trop modeste, quand il écrit : « Le présent ouvrage, qui comblera peut-être une lacune... ». Il la comble on ne peut mieux et, désormais, ce ne sera que par une distraction de savant que M. Cordier pourra dire : « On verra qu'une histoire critique, scientifique de ce pays (la Chine), telle que nous l'entendons aujourd'hui en Europe, n'existe pas » (L. p. 41).

Comme l'indique le titre, l'ouvrage du savant professeur de langues orientales vivantes embrasse « l'histoire générale de la Chine et celle de ses relations avec les pays étrangers depuis les temps les plus anciens jusqu'à la chute de la dynastie Mandchoue » (12 février 1912). Cette somme énorme de matériaux laquelle, soit dit en passant, n'intéresse pas seulement le sinologue mais encore le philosophe, le folkloriste, l'historien de l'art, celui des religions, de la géographie et de la civilisation se trouve répartie en quatre volumes.

Le premier finit avec la dynastie des T'ang en 907. Outre les deux premiers chapitres d'un intérêt captivant sur la « quaestio vexata » de l'origine des Chinois, signalons celui consacré à la « sculpture sous les Wei » ; « la sculpture sur

(1) *Mémoires historiques de Se-ma Ts'ien* traduits et annotés par Édouard Chavannes, t. I. Paris, 1895, pp. CLVI et 304.

pierre, conclut M. Cordier, n'offre qu'un intérêt de curiosité et fort peu de satisfaction artistique » (II, p. 375).

Le dernier chapitre intitulé : « Les pélerins Bouddhistes », relate les voyages entrepris par les Chinois pour mieux connaître une doctrine qui est un des premiers emprunts de la Chine au dehors. Le Fo Kiao devint une de ses trois grandes religions. Sans renoncer à Confucius, elle donna droit de cité au Bouddha hindou.

L'intérêt ne fait que croître avec le second volume qui s'étend jusqu'à la chute de la dynastie des Mongols (1368) ; il embrasse, outre l'époque dite par les Chinois époque des cinq dynasties, sept autres dynasties — on sait que la Chine en compte jusqu'à vingt-deux, nationales et étrangères — dont la vingtième est celle des conquérants Mongols. Chose curieuse ! Ces féroces coupeurs d'oreilles, après avoir fait trembler l'Europe qui vit leurs petits chevaux s'avancer jusqu'à Neustatt, près de Vienne, « ont été, lorsque leur ardeur combative s'est ralentie, l'un des principaux facteurs de la pénétration de l'Europe en Chine » (II, p. 224).

N'ayant pu assimiler le Chinois, ils l'ont du moins révélé à l'Europe. « Les premiers souverains Mongols barbares, explique M. Cordier, après avoir terrorisé toute l'Asie et une partie de l'Europe, se sont mués sous leurs derniers grands Khan en des princes accessibles, sans les adopter, aux idées occidentales et les voyageurs européens, libres de se rendre dans l'Extrême-Orient, nous en ont rapporté les premières notions exactes que nous en ayons possédées » (II, p. 369).

La foi et l'intérêt commercial poussent l'Occident chrétien à la recherche du royaume du légendaire Prêtre Jean. Marco Polo et Odoric de Pordenone, Rubrouck et Jean de Monte-Corvino dévoilent à l'Europe surprise le mystère du lointain Cathay. Vrai roman d'aventures que les trois de niers chapitres de ce volume, où le savant orientaliste raconte, sans en omettre une, les expéditions des « missionnaires et des voyageurs étrangers » à la Chine. L'Europe, au XIIIe siècle, fut prise d'un élan missionnaire qu'elle ne retrouvera, avec une pareille ardeur, qu'au XVIe : « A la vérité, déclare l'auteur, les missions catholiques de Chine ne reprirent de leur importance, pour mieux dire, ne furent définitivement établies que par les Jésuites, successeurs de

saint François-Xavier et particulièrement par le célèbre Matteo Ricci, à la fin du XVIe siècle » (II, p. 426).

Ces paroles annoncent le troisième volume (avènement des Ming, 1368 — mort de Kia K'ing, 1820) ; on peut dire qu'il contient l'histoire des relations de la Chine, fermée et xénophobe, avec les « fan-Kouei » ou diables étrangers. Par ce sobriquet méprisant, le Chinois désigna d'abord le Portugais. Venu par la voie maritime, découverte par son audace, il réussit, après quelques insuccès sanglants, à s'installer à Macao. En fermant la route des Indes, il obligea les Anglais et les Hollandais à chercher par le Nord la route de l'Asie Orientale. Le récit de M. Cordier coïncide ici, en bonne partie, avec l'histoire des grandes découvertes géographiques ; il n'en est que plus captivant. L'amour du lucre entache hélas ! l'histoire des conquêtes que le génie d'entreprise et le zèle religieux méritaient de rendre exclusivement glorieuses. Des chapitres tels que celui qui raconte les travaux d'un Saint François-Xavier, compensent-ils celui qui rappelle les exploits des marchands hollandais ? On peut en douter : « Ils sacrifient tout, nous dit-on, amis comme ennemis, même la religion comme ils l'ont fait au Japon, en foulant aux pieds des crucifix, pour ménager leur crédit ». Belle page du développement commercial de l'Europe, l'histoire coloniale des Hollandais est « une vilaine page de l'histoire de l'humanité » (III, p. 231 ; voir aussi p. 204, note). Une chose, à coup sûr, sort grandie du travail du grand sinologue français, c'est l'expansion missionnaire catholique. Quelles belles pages que celles où M. Cordier raconte, sans apprêts, l'histoire des missionnaires jésuites à la Chine. L'honneur éternel de la France d'autrefois sera de n'avoir point séparé en Extrême-Orient ses intérêts matériels de l'intérêt spirituel du Catholicisme. L'histoire des Jésuites français de Pékin n'est pas seulement une page glorieuse de l'histoire d'un ordre religieux ; c'est une page brillante de l'histoire de France. La triste querelle des rites chinois que l'auteur expose avec une véritable impartialité (Chap. XXIV), confirmera, chez tout lecteur non prévenu, cette irrésistible conviction. A mon humble avis, ce troisième volume est des quatre le plus attachant. On y voit la porte de l'immense maison chinoise, fermée jalouse-

ment durant des siècles, s'entre-bâiller, s'ouvrir lentement à l'activité occidentale. On assiste aux débuts timides de cette politique de la « porte ouverte » que le concert des Puissances imposera demain à la Chine.

Le quatrième volume (1821-1912) nous montre une Chine déjà plus moderne, se défendant toujours, tantôt par une diplomatie sournoise, tantôt par des massacres brutaux, contre les empiétements du commerçant européen, suivi sur les traces, par le soldat : guerre de l'opium, révolte des Taïping, massacre, en juin 1870, des sœurs de la Charité, révolte des Boxers et siège des légations à Pékin, promenade européenne de Li-hung-tchang, puis enfin, en 1912, proclamation de la république, tous événements qui parlent davantage à la mémoire des contemporains et que M. Cordier fait revivre sous nos yeux. Pour finir, dans un brillant épilogue, il nous dit sa confiance dans les destinées de la Chine. Si le spectacle que donne la jeune Chine inquiète et dégoûte, n'oublions pas qu'il masque « les vertus réelles de la vieille Chine ». Que l'Europe veille ! La Chine a joué un grand rôle dans l'Extrême-Orient ; elle jouera un grand rôle dans l'univers entier. L'évolution future de ce peuple que M. Cordier s'efforce de prévoir, lui donne l'occasion de dénoncer vigoureusement la chimère pacifiste : « L'immobilité séculaire de ce vaste empire cessera-t-elle ? Les Jaunes ont vécu entre eux jusqu'à ce jour ; leurs querelles, leurs alliances se sont produites dans l'Extrême-Orient ; marcheront-ils vers l'Ouest, comme les Barbares du Ve siècle ou les Mongols du XIIIe ; les déserts et les steppes arides rendent la route longue et difficile ; ne seront-ils pas attirés plutôt vers l'Est, où le Pacifique leur ouvre une grande route jusqu'aux États-Unis où la place ne manque pas, malgré l'afflux des Anglais, des Irlandais, des Allemands, des Français, des Italiens, des Scandinaves, etc. ? Les rivalités, de locales, sont devenues mondiales, grâce à la rapidité et la facilité des communications. On peut prévoir l'époque encore très lointaine où la terre sera trop petite pour contenir tous les peuples qui s'y agitent, s'y entremêlent, s'y entassent, s'y étouffent, jaloux les uns des autres. Utopie que la paix durable et universelle ! La guerre durera aussi longtemps que notre monde, n'y restât-il plus que deux hommes ».

Outre un index alphabétique des noms propres, plusieurs appendices complètent ce dernier volume : une table des XXII dynasties chinoises, un état des missions catholiques en 1918, la liste des divisions territoriales de la Chine sous les diverses dynasties, un tableau généalogique de la famille impériale de Chine.

Cette analyse, nécessairement limitée, ne saurait donner une idée des trésors de science renfermés dans ces quatre volumes. Elle signale seulement au public une œuvre qui mérite d'avoir sa place dans toute bibliothèque sérieuse. La clarté française s'y joint à une probité scientifique parfaite. Les jugements de M. Cordier sont en général sûrs ; même empreints d'une sévérité rude, ils restent modérés dans l'expression. Ni pédantisme, ni vain étalage d'érudition. M. Cordier sait les côtés arides de son sujet : « Que de fantoches, soupire-t-il, dans cette liste fastidieuse de noms que l'histoire inscrit dans ses annales, mais que la mémoire ne retient pas ! » (III, p. 17). Donner sans ennui un enseignement sérieux, c'est rester dans la meilleure tradition de la science française. Les profanes comme moi savent gré à M. Cordier d'avoir, dans une matière qui intéresse tout le monde, écrit pour d'autres que les seuls spécialistes de la sinologie.

François Jansen, S. J.

XXVIII

Nos fils seront-ils enfin des hommes ? Notes d'un éducateur spiritualiste, par Robert Nussbaum. Un vol. de 116 pages (18 × 13). — Paris, Alcan, 1921.

M. Nussbaum a consacré plusieurs années à redresser avec bonheur, dans son « École-Foyer » de Blonay, des éducations mal commencées. Il y a réussi presque toujours et veut faire profiter ses confrères de son expérience et de ses réflexions.

Son premier chapitre, intitulé « Quelques années d'expérience », expose comment il perdit sa foi dans l'enseignement public d'aujourd'hui et en vint à fonder un petit internat où quelques privilégiés purent profiter de son in-

contestable talent d'éducateur. Il nous raconte ensuite, discrètement, l'une ou l'autre des « cures » morales dues à son ascendant personnel, à son habileté psychologique et au milieu qu'il avait su constituer.

Il aborde ensuite, en un second chapitre, que d'aucuns voudraient plus bref, « Les principes », ou le principe de toute éducation humaine : élever l'être humain du plan de l'*hypo-synidèse* (lisez : inconscience partielle) au plan de la *synidèse*, condition indispensable d'une vie conforme aux lois de l'esprit, et, par conséquence, de toute vraie valeur d'humanité.

Un dernier chapitre nous donne, sous le titre d'« Orientation », non pas des recettes pratiques, mais des directives générales sur la façon « d'exercer l'enfant à la lutte pour la vie de l'esprit ». Le point capital pour l'auteur, c'est de partir de l'enfant bien connu grâce à une étude attentive et à une bienveillance imperturbable, d'utiliser patiemment ses tendances, ses curiosités, pour le faire monter par degré, moralement et intellectuellement, à la perfection dont il est capable, en combinant les influences de cette direction individuelle avec celles d'une vie fortement disciplinée au sein d'un groupement choisi.

Conseils excellents. Bien que M. Nussbaum s'en exagère peut-être la nouveauté, il a fait œuvre utile en les rappelant et en les revêtant d'une forme bien moderne. Tous les éducateurs doivent s'en inspirer et les appliquer chacun dans la mesure compatible d'une part avec le nombre d'enfants confiés à leurs soins, d'autre part avec leurs qualités personnelles de doigté et de clairvoyance. Et ceci nous ramène à un principe, tout pratique celui-ci, qui donne la clef pour une grande part des succès de M. Nussbaum : l'éducation vaudra surtout par le caractère et la perspicacité de l'éducateur. Voilà pourquoi habituer l'éducateur futur à une discipline morale personnelle bien réfléchie, c'est encore le meilleur moyen de le préparer à ses redoutables fonctions.

J. Misson, S. J.

REVUE
DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ETHNOGRAPHIE

Gisements chelléens de St-Acheul.— Rarement nous avons pu lire un exposé aussi lumineux et aussi méthodique que celui consacré par M. A. Vayson, aux plus anciens vestiges de l'industrie humaine, découverts dans les célèbres formations quaternaires de la vallée de la Somme (1). Cet article sur les gisements de St-Acheul, qui se réfèrent à l'époque chelléenne, aura le mérite de mettre un terme aux multiples controverses que ces découvertes ont soulevées. L'auteur s'en tient aux faits précis et appuie ses conclusions sur des observations nombreuses et méticuleuses.

L'important travail de M. Vayson comporte deux parties : une étude géologique des assises quaternaires de la vallée de la Somme et l'étude de l'industrie humaine qui provient de ces niveaux pleistocènes.

Le regretté M. Commont, qui habitait St-Acheul, faubourg d'Amiens, a consacré pendant quinze ans tous ses loisirs et son zèle à noter la coupe des terrains et à récolter méthodiquement toutes les trouvailles qu'on y faisait.

M. A. Vayson a connu M. Commont avant la guerre en allant étudier à St-Acheul. Pendant la guerre, son régiment a été à deux reprises en repos près d'Amiens et il a pu revoir le zélé et consciencieux chercheur. Enfin, après la mort prématurée de M. Commont, il a acquis la collection du savant

(1) A. Vayson, *La plus ancienne industrie de St-Acheul.* Dans l'ANTHROPOLOGIE, t. XXX, pp. 141-496 (mars 1921). Nombreuses figures et XVI planches.

et il a continué à plusieurs reprises les recherches sur place. Il est en état de nous fournir un travail consciencieux et hautement scientifique.

C'est avec le plus vif intérêt que l'on parcourt le résumé des résultats auxquels ont atteint les recherches géologiques consacrées aux terrains quaternaires de la région.

« Le pays est constitué par une épaisse masse de craie à laquelle ont été superposés des dépôts tertiaires : sables et argiles principalement.

» Puis, l'érosion qui a produit le modelé actuel du sol a ouvert largement les vallées dans la craie. Elle a détruit presque complètement les formations tertiaires dont il ne reste que des lambeaux au sommet de quelques hauteurs. D'autre part, les matériaux ainsi arrachés ont formé par endroits des dépôts ; et dans certains d'entre eux, on retrouve les os d'animaux disparus et les outils de pierre fabriqués par les hommes contemporains » (1).

Sur les pentes des vallées on trouve des graviers et des sables fluviatiles : c'est l'indication que le cours d'eau coulait autrefois à cette hauteur et qu'il a ensuite surcreusé ce lit pour arriver au niveau actuel.

Sur de grandes zones s'étendent des couches de limon qui se superposent aux graviers fluviatiles anciens et qui, à la façon d'une couche de neige, épousent tous les mouvements du terrain.

On distingue, en allant de bas en haut, le limon ancien, reposant sur les graviers fluviatiles anciens, puis un limon rouge, appelé sable des fondeurs, ensuite un cailloutis qui sépare le limon ancien du limon récent appelé ergeron ; l'ergeron est surmonté par l'assise supérieure du terrain qui est la terre à briques.

Entre l'altitude 40 et 10 mètres, pendant la plus ancienne phase du creusement de la vallée, la faune de l'hippopotame et de l'éléphant antique caractérise les graviers fluviatiles ; elle marque aussi les limons anciens, tandis que dans l'ergeron on n'observe plus que le mammouth et le renne. Celui-ci apparaît avec l'industrie moustérienne dans le cailloutis de base de l'ergeron.

(1) A. Vayson, *op. laudat.*, p. 443.

Après l'étude des terrains vient l'étude des instruments.

M. Vayson a examiné deux séries d'instruments chelléens. La première série provient d'une station à laquelle il a donné le nom de station Commont. Elle se trouve dans la carrière récente de Bultel, située presque au sommet du plateau de St-Acheul. On rencontre la station dans le limon, vers la base du limon ancien, sept mètres au-dessous du cailloutis de base de l'ergeron ; les hommes quaternaires qui y ont abandonné de nombreux instruments, occupaient alors un sol constitué par la strate inférieure du limon ancien.

La seconde série d'instruments provient des graviers fluviatiles anciens que l'on rencontre dans les carrières de la rue de Boves et de la rue de Cagny de St-Acheul. Ces graviers jalonnent un petit bras de la Somme quaternaire et proviennent de l'époque à laquelle le fleuve coulait à une trentaine de mètres au-dessus du niveau actuel, un campement chelléen étant établi sur ses rives.

En 1910, c'est M. A. de Mortillet qui publiait encore les lignes suivantes :

« Le coup-de-poing est l'instrument caractéristique de l'époque chelléenne. C'est même le seul instrument que l'on rencontre à cette époque » (1).

Divers auteurs avaient déjà signalé le fait que le prétendu coup-de-poing chelléen représente une série de types d'instruments parfaitement différenciés (2).

Cette seconde partie du travail de M. Vayson est particulièrement intéressante et richement illustrée. L'auteur n'essaie pas de classer les instruments par catégories d'armes et d'outils ; il passe en revue, avec une grande finesse d'observation, les différents types d'instruments et il les analyse dans tous leurs détails. Il suit, pour ainsi dire, chaque instrument, dans toutes les phases de son existence, depuis le débitage du rognon de silex jusqu'au moment où l'outil a été rejeté, en passant par les retouches pour le dégagement de formes utiles, pour arriver aux traces d'utilisation, à la

(1) G. et A. Mortillet, *La Préhistoire*. Paris, 1910, p. 556.

(2) L. Capitan, *Les divers instruments chèlléens et acheuléens, compris sous la dénomination unique de coup-de-poing*. Dans l'ANTHROPOLOGIE, t. XII, 1901, p. 111.

destination et aux modes d'emploi et d'emmanchement qui en découlent.

En considérant attentivement chaque type d'instrument, l'auteur a pu constater que le soin apporté à la confection s'est concentré sur la partie travaillante de l'outil et que la forme d'ensemble a été négligée.

Il distingue des instruments simples dont une seule partie est retouchée pour constituer l'outil et des instruments multiples dans lesquels plusieurs parties, ne pouvant être employées en même temps, ont été apprêtées à l'usage.

Parmi les instruments simples, l'auteur constate l'existence de plusieurs formes intentionnelles ; il y a des tranchants en biseau ; il y a des tranchants retouchés sur une seule face ; ils sont droits, convexes ou concaves ; il y a des tranchants retouchés sur les deux faces, droits, convexes ou en gouge ; il y a des pointes retouchées sur une face et des pointes retouchées sur les deux faces. Il y a des éléments denticulés que l'on pouvait employer non comme une scie mais inclinés sur l'objet comme un racloir et un rabot.

L'auteur passe ensuite à l'examen des instruments multiples.

Il étudie d'abord les instruments multiples à une face retouchée : par exemple, deux tranchants courbes, séparés ou réunis en pointe ; tranchants latéraux et tranchants sur base, réunis dans le même instrument : il est évident qu'on ne peut les utiliser en même temps.

Quand il examine les outils multiples, retouchés sur une face, il réfute la théorie de l'instrument unique, de ce fameux coup-de-poing typique du chelléen. Voici comment il s'exprime : « Toutes les fois qu'un travail humain incontestable a donné à un objet une certaine forme, il est loisible de dire : « Ce n'est pas là, le résultat définitif que s'était proposé l'ouvrier ». En voyant alors comment il faudrait modifier la pièce pour l'amener au point voulu par la théorie, il suffit d'affirmer que cette modification était bien dans l'idée du fabricant mais que son travail a été interrompu de façon fortuite. Si le grand nombre de pièces analogues trouvées en un même point rend cette affirmation trop étrange, on se tirera d'affaire en disant qu'elles sont les produits d'un atelier de dégrossissage en vue de l'expor-

tation. Ainsi, avec des idées préconçues bien ancrées et un petit assortiment d'explications dans le genre de celles que nous venons de citer, véritables passe-partout, il n'y a problèmes, ni faits positifs qui puissent tenir » (1).

L'auteur montre comment une pointe aiguë, une pointe large tranchante, un biseau vif, un tranchant épais à retouche uniface, un tranchant biface peuvent être réunis quelquefois dans le même outil biface.

De l'observation minutieuse des traces d'utilisation se déduisent les faits suivants : le travail ne s'est pas produit par coups violents ; on doit avoir raclé ou limé le bois ou des matières analogues ; beaucoup de pièces sont intactes : on peut leur supposer un emploi qui n'a créé ni ébréchures, ni polissage comme le sectionnement de la viande ou de peaux fraîches.

Les outils employés jusqu'à ces derniers temps par les sauvages de la Tasmanie sont analogues aux instruments chelléens à une face ; les outils en silex que possèdent certaines tribus australiennes ressemblent aux instruments récoltés à St-Acheul, taillés sur les deux faces ; l'auteur s'est renseigné sur le mode d'emmanchement de certains outils en examinant les collections abritées dans les musées d'ethnographie : certains outils se prennent à la main ; d'autres sont encastrés dans une gaine de cuir, de gomme ou de lanières ; d'autres sont fixés avec des ligatures à l'extrémité d'un bâton. De toutes les investigations se dégagent des interprétations possibles et rationnelles de la destination, du mode d'emploi et d'emmanchement de l'outillage chelléen. A l'appui des idées défendues par M. Vayson, nous pouvons citer une observation de M. Boule, concernant l'emmanchement de haches australiennes : « Ces objets viennent à l'encontre de l'affirmation de Gabriel de Mortillet sur la nature de l'instrument chelléen qui n'aurait pu être emmanché » (2).

M. A. Vayson présume que l'outillage chelléen si développé, si varié et si complexe, représente un stade évolué d'une civilisation antérieure ; nous ne voulons pas le suivre

(1) A. Vayson, *op. laudat.*, p. 467.
(2) L'ANTHROPOLOGIE, t. XIII. Paris, 1902, p. 261.

sur ce terrain ; si cette civilisation antérieure existe dans nos régions occidentales, on finira bien par en découvrir les traces.

Le travail de M. Vayson fera époque dans le mouvement des études préhistoriques. Quand on l'aura lu avec toute l'attention qu'il mérite, on sera convaincu qu'on est loin de l'outillage chelléen simpliste déterminé par les premiers chercheurs et qu'il y a lieu de soumettre à un nouvel examen l'outillage lithique de toutes les époques préhistoriques. On s'est trop empressé de classer les instruments et il existe un certain nombre de types que l'on peut difficilement ranger dans les catégories prématurément établies.

Le Swastika de Spy. — Longtemps après la guerre nous avons reçu la dernière livraison de l'année 1914 du BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES avec les communications faites à la dernière réunion tenue avant la guerre. Cette livraison contient une notice particulièrement intéressante sur les deux seuls Swastikas découverts en Belgique, celui de la grotte de Sinsin et celui de la caverne de Spy (1). Celui de Spy était inédit ; il a été gravé au commencement de l'âge du fer sur une esquille d'os fossile datant des temps paléolithiques. Ces deux Swastikas offrent ceci de remarquable que dans chaque exemplaire, chacun des quatre bras de cet ornement cruciforme se termine par deux lignes incisées, formant un double crochet, tandis que dans le Swastika normal les quatre branches ne présentent qu'un seul trait à leur extrémité. A notre sens, cela n'a rien d'anormal ; cela confirme l'opinion de ceux qui regardent le Swastika comme l'emblème de la roue solaire.

Silex d'Ipswich. — M. Reid Moir est revenu sur les silex d'Ipswich (Suffolk), dans un second mémoire communiqué à l'Institut Anthropologique de Londres (2). Les silex qu'il

(1) J. Chalon et Marcel de Puydt, *A propos du Swastika de Spy*. Dans le BULL. DE LA SOC. D'ANTHROP. DE BRUXELLES, t. XXXII, 1914, p. CCXXIII.

(2) J. Reid Moir, *On the Occurrence of Flint Implements of Man in the Glacial Chalky Boulder Clay of Suffolk*. Dans THE JOURNAL OF ROYAL ANTROPOLOGICAL INSTITUTE OF GREAT BRITAIN AND IRELAND. Vol. I., 1920, p. 135.

décrit ont été recueillis dans les cailloutis qui font partie du Boulder Clay crayeux et ont été mis au jour dans trois carrières. En 1919 l'auteur attribuait ces silex au Chelléen et à présent il les fait dater de l'époque moustérienne ; à cet effet il s'est efforcé de sélectionner des pointes et des racloirs taillés sur une seule face, les pointes et les racloirs étant les instruments les plus caractéristiques du Moustérien. De cette manière d'agir on peut conclure qu'une sélection opérée dans des nappes de cailloux peut offrir tout ce qu'on lui demande. M. Reid Moir ne signale d'ailleurs aucun vestige d'occupation humaine, pas la moindre trace de foyers ou d'ossements dans les gisements qu'il a étudiés. Il y a longtemps que des savants comme M. Boule et M. l'abbé Obermaier ont démontré que le Moustérien est contemporain, non du Rissien, comme M. Reid Moir le présume, mais de la dernière période glaciaire.

Les Pétroglyphes de Gavrinis. — Gavrinis, c'est le nom breton d'une petite île. Le nom signifie l'Ile de la Chèvre, du breton *gavr* (1), chèvre et du breton *inis* (2), île. Cette petite île est située dans un étroit bras de mer et fait partie du territoire de la commune bretonne de Baden. De cette île, célèbre par son tumulus, abritant une allée couverte de plus de douze mètres de longueur, on peut admirer dans le cadre d'un paysage admirable, les magnifiques alignements de Carnac qui avoisinent tant d'autres monuments mégalithiques de la côte du Morbihan (3).

Les dalles verticales en granit qui supportent les dalles horizontales du dolmen de Gavrinis présentent ceci de remarquable qu'elles sont presque toutes couvertes de gravures.

Le Musée de St-Germain possède les moulages de ces des-

(1) G. Dottin, *Manuel pour servir à l'étude de l'Antiquité celtique*. Paris, 1915, p. 113. « Thème *gabro*... Vieux gall. *gabr*. chèvre ; bret. *gavr* ».

(2) A. Holder, *Alt-Celtischer Sprachschatz*, t. II, Leipzig, 1904, p. 46 : « Thème inissi, vieil irlandais *inis*, bret. *inis*. Dans *Gavrinis*, l'île de la chèvre... ».

(3) J. Déchelette, *Manuel d'Archéologie*. Tome I. *Archéologie préhistorique*. Paris, 1908, p. 391.

sins et les auteurs les reproduisent d'après le *Dictionnaire archéologique de la Gaule.*

Ces pétroglyphes se composent d'un ensemble de motifs curvilignes, juxtaposés sans ordre ; chaque motif consiste le plus souvent en tracés concentriques, semi-circulaires ou semi-elliptiques ; on observe aussi des angles superposés ; au milieu de ces groupements bizarres on aperçoit assez souvent des triangles isocèles, très effilés ; les auteurs semblent d'accord pour les regarder comme des figures de la hache polie.

Comment faut-il interpréter c s tracés linéaires dans lesquels certains auteurs, avec beaucoup de bonne volonté, voient des signes en forme de bâton replié, de joug, d'écu ou de hache emmanchée, tous ces demi-cercles et ces demi-ovales concentriques ?

M. Déchelette (1) voit dans ces singulières gravures la dégénérescence, la schématisation poussée à l'extrême du visage tatoué, surtout de la partie supérieure de la face d'une déesse, accompagnée de la hache polie.

L'étendue de ses connaissances permettait au regretté archéologue, dont le monde savant déplore la mort prématurée, d'établir des rapprochements avec la décoration mycénienne et d'autres gravures de l'époque néolithique et de retrouver les étapes d'évolutions analogues dans divers motifs d'ornementation néolithique. Cependant les dessins de Gavrinis semblent si éloignés du modèle primitif qu'on hésite à admettre cette dérivation d'une forme anthropomorphe.

Même observation pour l'explication de M. Luquet, également ingénieuse et traitée avec la même compétence (2).

Cet auteur rattache les signes gravés de Gavrinis à la représentation des yeux et des sourcils.

Dernièrement, un professeur de Liége, M. Stockis, a consacré une nouvelle étude aux dessins énigmatiques de Gavrinis et fait une nouvelle tentative pour élucider la question :

(1) J. Déchelette, *Une nouvelle interprétation des gravures de New-Grange et de Gavrinis.* Dans l'ANTHROPOLOGIE, tome XXIII, p. 29. Paris, 1912.

(2) G. H. Luquet, *Les pétroglyphes de Gavrinis.* Dans l'ANTHROPOLOGIE, tome XXIV, p. 153. Paris, 1913.

« Rangeant à part les figures triangulaires dites celtiformes qui affectent la forme de la hache polie, il nous apparaît clairement que tous ces tracés linéaires complexes, ces groupes de lignes arquées, de demi-circonférences ces cercles concentriques et ces spirales mêmes sont des tracés voulus d'une conception bien nette ; ce sont pour nous des figurations des modèles que les néolithiques avaient sous les yeux, des représentations agrandies plus ou moins fidèlement exécutées, mais fidèlement bien observées, des dessins papillaires de la pulpe des doigts et de la paume des mains humaines » (1).

Il est évident que les dessins de Gavrinis ressemblent le plus aux séries des replis épidermiques de la face palmaire de la main et des doigts.

M. Stockis le démontre clairement par des séries de dessins papillaires juxtaposées, empruntées d'une part aux groupements des dessins papillaires et d'autre part aux supports de Gavrinis.

« L'examen de la décoration de Gavrinis montre qu'on peut la décomposer en un nombre assez restreint de motifs qui se répètent et se combinent entre eux, sur chacune des vingt-trois pierres gravées.

» Il est possible d'isoler ces motifs et d'y établir des catégories. Or, chacun d'eux trouve sa réplique dans les dessins épidermiques de nos doigts et de nos mains, et il est facile de recueillir, dans une collection moderne de ces empreintes digitales et palmaires, des parties du dessin cutané d'un tracé tellement voisin des gravures que nous étudions que l'idée s'impose de plus en plus que ces dessins ont pu leur servir de modèle » (2).

Peut-on soupçonner chez les néolithiques un avant-goût lointain et une aptitude précoce pour les méthodes ultramodernes de l'anthropologie judiciaire ?... Ces mêmes néolithiques, dont l'art est si inférieur à celui de l'âge du renne, ont-ils voulu reproduire le système de lignes que leur présentaient les extrémités digitales et la paume de la main ?

(1) E. Stockis, *Les pétroglyphes de Gavrinis et leur interprétation.* Dans l'ANTHROPOLOGIE, tome XXXI. Paris, 1921, p. 12.

(2) *Ibidem*, p. 16.

Ce n'est pas impossible et, à lire l'article si curieux de Stockis, on serait tenté d'admettre sa thèse.

L'extension ancienne du castor. — M. le professeur G. Delépine, de l'Université catholique de Lille, notre savant et sympathique collègue, a consacré une étude aux castors. Ceux-ci relèvent de l'ethnographie en ce sens qu'on retrouve leurs ossements dans les cavernes habitées de l'époque paléolithique et dans les tourbières des temps néolithiques et leur souvenir dans un grand nombre de noms de lieux et de cours d'eau (1). L'auteur énumère les vestiges du castor qui ont été recueillis dans les tourbières du Nord de la France. Pour ce qui concerne la toponymie, M. le chanoine Roland a traité autrefois le même sujet et il estime que la forme primitive des termes belges *Beveren, Biévène et Biesme* est la forme celtique *Bebrona* qui équivaut à *Bebronna* (2). C'est ainsi que la *Biesme*, affluent de la Sambre à Auvelais, est appelée *Bebronna* au Xe siècle, et *Beverna* au XIIIe siècle (3).

Institut international d'Anthropologie. — En septembre 1920, s'est réunie à Paris une espèce de congrès pour préparer la fondation d'un Institut international d'Anthropologie (4).

Il y avait des délégués de la France, de la Belgique, de la Chine, des États-Unis, de la Grande-Bretagne et des Dominions, de la Grèce, de la Hollande, de l'Italie, du Japon, de la Norvège, de la Pologne, du Portugal, de la République

(1) G. Delépine, *L'Extension ancienne du castor dans les vallées du Nord de la France et en Europe.* Dans LA GÉOGRAPHIE, numéro de mars 1920. Paris, 1920, p. 229.

(2) C. G. Roland, *Le Castor dans la toponymie.* Dans CONGRÈS ARCHÉOLOGIQUE D'ENGHIEN (1898). Second fascicule, p. 235.

Alfred Holder, *Altceltischer Sprachschatz.* Erster Band. Leipzig, 1896. *Bebronna*, p. 363.

(3) C. G. Roland, *op. laudat.*, pp. 338 et 340.

(4) R. Verneau, *Réunion préparatoire pour la fondation de l'Institut international d'Anthropologie.* Dans l'ANTHROPOLOGIE, t. XXX, p. 400 (Fascicule reçu en janvier 1921). — REVUE ANTHROPOLOGIQUE, trentième année, nº 9 et 10, sept.-oct. 1920. Numéro entièrement consacré au compte rendu de cette réunion préparatoire.

Argentine, de la Roumanie, de la Russie, de la Suisse, de la Tchéco-Slovaquie et de la Yougo-Slavie.

Les résolutions suivantes ont été adoptées :

L'Institut international d'Anthropologie comprend cinq catégories de membres : membres d'honneur, membres honoraires, donateurs, fondateurs et titulaires. La cotisation annuelle des membres titulaires est fixée à 30 francs. Elle donne droit au service gratuit de la Revue : REVUE ANTHROPOLOGIQUE de Paris, fusionnée avec la REVUE DE L'ÉCOLE D'ANTHROPOLOGIE DE LIÉGE. Le siège central de l'Institut est à l'École d'Anthropologie de Paris, 15, rue de l'École de Médecine. Des réunions des membres de l'Institut auront lieu tous les trois mois.

M. R. Verneau a fait au sujet de cette réunion préparatoire des remarques très judicieuses auxquelles nous sommes heureux de souscrire :

« La plupart des orateurs qui ont pris la parole ont insisté sur la nécessité d'adopter de nouvelles méthodes de recherches et ont paru faire trop peu de cas des travaux accomplis jusqu'à ce jour » (1).

Au sujet de l'ethnologie, M. Capitan s'est exprimé comme suit :

« Avant tout, il faudrait savoir quels sont, dans une population donnée, les caractères *constants* chez ses représentants, et permanents, dans la suite des générations, seuls caractères qui méritent le nom de caractères de race, ou généalogiques : nous l'ignorons presque entièrement » (2).

Nous pourrions répondre qu'il existe bien des caractères héréditaires et qu'il y a moyen de les connaître.

Prenons un exemple concret.

Vers 1880, l'écrivain frison, J. Winkler vit pour la première fois des pêcheurs de Blankenberghe. A leur aspect, il se dit : Voilà sûrement des Frisons.

Le fait de la colonisation frisonne dans la plaine maritime belge était peu connu alors ; on se mit à l'étude et bientôt on découvrit des preuves abondantes de l'établissement des Frisons en Flandre.

(1) R. Verneau, *op. cit.*, p. 404.
(2) REV. ANTHROP., citée, p. 213.

Quels sont les caractères qui persistent au sein d'une population ? Ce sont ceux qui après 1000 ans permettent de constater la ressemblance entre les habitants de la plaine maritime belge et les habitants de la Frise néerlandaise.

Vous vous proposez de déterminer les types ethniques d'une région. Étudiez la taille, l'indice céphalique, la forme du visage, la couleur de la peau, des yeux et des cheveux des habitants de cette région. Il y a des gens dans nos régions qui s'appellent Lerouge, soit en français, soit en flamand, de temps immémorial. Vous pourrez constater que ces gens ont encore le teint rouge et que ce pigment persiste depuis des siècles. Cela ne suffit pas. Il faut recueillir les données fournies par la linguistique et la toponymie, par l'étude des traditions populaires et du type des habitations rurales, par l'étude des armes, des ustensiles et des parures en usage au sein de la population. Vous finirez par établir avec une certitude presque absolue les éléments dont la population de cette région se compose. Dans ces questions si complexes ce sont souvent les petits détails qui fournissent les renseignements les plus intéressants, mais il faut du coup d'œil pour les discerner.

La période azilio-tardenoisienne en Belgique. — En parlant de l'azilien au Congrès d'Anthropologie préhistorique, réuni à Genève en 1912, M. l'abbé Breuil s'exprima comme suit au sujet de l'azilien en Belgique : « Les constatations faites en Belgique ont une véritable importance » (1). M Rahir, conservateur au Musée du Cinquantenaire à Bruxelles, a étudié spécialement les industries microlithiques. Il a consacré un remarquable travail à l'évolution de la période azilienne en Belgique, paru récemment dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES (2), édité à présent en un seul volume. Il a soumis à un long et minutieux examen les récoltes faites dans la station azilienne de la grotte de Remouchamps qu'il avait

(1) H. Breuil, *Les subdivisions du paléolithique supérieur et leur signification.* Dans COMPTE RENDU DU CONGRÈS INTERNATIONAL D'ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE DE GENÈVE, p. 230.

(2) T. XXXV, 1920. E. Rahir, *L'Industrie tardenoisienne en Belgique*, p. 31-89. Avec carte et nombreuses figures.

explorée en 1902. C'est une station azilienne pure datant de la fin de l'âge du renne. L'azilien de Remouchamps a évolué dans les stations situées sur les plateaux de l'Amblève, dans l'intéressante station d'Exel en Campine, dans plusieurs stations du pays de Liége, du Brabant, et du Hainaut, pour atteindre son plein développement et devenir du tardenoisien, en se rapprochant du néolithique dans les stations de Rivière et de la région de la Meuse entre Namur et Dinant.

Nous devons par conséquent envisager cette industrie comme une industrie autonome, appartenant à une période qui sert de transition entre le magdalénien et le néolithique et à laquelle M. l'abbé Breuil propose de donner le nom de période azilio-tardenoisienne. L'azilien en représente le terme le plus ancien et le tardenoisien le terme le plus évolué (1).

Constamment on retrouve la complexité des outillages microlithiques avec leur continuité et leur identité d'un point à un autre.

D'autres regardent le tardenoisien comme appartenant à des stations aziliennes, situées à la surface du sol, dont l'outillage en corne et en os a été détruit (2).

L'azilien évolué en tardenoisien est-il dû à l'invasion de nouvelles peuplades ? A notre avis, cette question reste en suspens ; toutefois, M. l'abbé Breuil estime que cette industrie microlithique n'est pas indépendante des industries analogues découvertes en Asie et au Nord de l'Afrique (3).

J. Claerhout.

ENTOMOLOGIE

Anatomie et physiologie des Insectes. — Un beau volume écrit par le Dr Houlbert de Rennes porte le titre : « Les Insectes. Anatomie et Physiologie générales ». Il

(1) H. Breuil, *op. laudat.*, p. 233.
(2) H. Obermaier, *Der Mensch der Vorzeit.* Wien, 1912, p. 221.
(3) H. Breuil, *op. laudat.*, p. 236.

commence la collection de l'Encyclopédie scientifique, publiée chez l'éditeur Doin, à Paris. C'est un bon abrégé des connaissances actuelles sur les insectes, à la portée de tout le monde. La partie de l'organographie et de la physiologie est très complète et comprend les divers états des insectes depuis l'œuf jusqu'à l'imago. Au début se trouve un aperçu sur l'histoire de l'Entomologie et à la fin quelques notions sur la paléontologie des insectes et leurs utilités.

La clef dichotomique pour la division en ordres est un peu arriérée.

Le texte est illustré de 207 figures bien choisies.

Les Coléoptères de l'Europe. — Sous le titre « Les Coléoptères de l'Europe, de France et Régions voisines », deux volumes, amplement illustrés de figures et de planches, ont été publiés par M. le Dr Houlbert de Rennes, dans la même collection de l'Encyclopédie scientifique. Ils s'ouvrent par un aperçu général assez complet de l'organisation des Coléoptères, puis vient la systématique, rangeant successivement l'ordre en familles, tribus et genres.

Par les clés dichotomiques et à l'aide de figures, on arrive assez bien à déterminer les genres, mais on ne va pas plus loin. De plusieurs genres aucune espèce n'est citée ; d'autres, une seulement, ou plusieurs des plus typiques. L'ouvrage est donc utile pour se faire une idée approchée des formes principales des Coléoptères de l'Europe et pour disposer méthodiquement les collections.

Faune entomologique de l'Indochine française. — Sous la direction de M. R. Vitalis de Salvaza, on a commencé la publication d'une série de fascicules sur cette faune.

Pendant plusieurs années cet entomologiste a parcouru l'Indochine, à la chasse de toute sorte d'insectes. Il les envoyait à des spécialistes d'Europe en vue de publier ensuite une œuvre d'ensemble. Le temps est arrivé de réaliser ce dessein et déjà cinq fascicules ont paru, comprenant quatre familles de Coléoptères : Histérides, Brentides, Hydrophilides, Piérides et Danaïdes. Ces dernières ont été décrites par MM. E. Dubois et R. Vitalis de Salvaza, et celles des Coléoptères par MM. Desbordes, Calabresi, d'Orchimont, A. Boucomont et G. Gilbert.

Les fascicules contiennent d'ordinaire l'énumération méthodique des formes observées jusqu'à présent dans l'Indochine française, avec description des formes nouvelles. Souvent on ajoute des clés dichotomiques des espèces connues de l'Indochine ; parfois aussi, comme le fait M. Desbordes, on étend ces clés à toutes les espèces connues des régions voisines, savoir : Inde, Ceylan, Annam, Birmanie, Malacca, Philippines, archipel Malais. Ainsi est donnée une vue d'ensemble des formes de cette région orientale ; on y peut intercaler aisément les formes nouvelles décrites.

Le tout est accompagné de figures exécutées soigneusement.

On annonce que les araignées et les scorpions seront aussi ajoutés à cette faune entomologique.

A en juger d'après la longue liste des principaux collaborateurs pour la publication de ces fascicules, c'est un travail de longue haleine qu'a entrepris M. Vitalis de Salvaza. Il sera sans doute très utile à tous les entomologistes et fera progresser de beaucoup nos connaissances sur cette région privilégiée du globe ; il est à souhaiter qu'on puisse le mener à bien, le plus rapidement possible.

Les pucerons de Californie. — Ces petits insectes de la famille des Aphidides, ordre des Hémiptères, ont été l'objet de l'étude de plusieurs entomologistes aux États-Unis. Ils méritent cette attention en raison des dégâts énormes qu'ils causent à la culture.

Notamment M. Albert Fr. Swain a entrepris une étude détaillée des espèces trouvées jusqu'à présent en Californie. Il les arrange d'après une table dichotomique, par genres et par espèces et en donne la description, la synonymie, les localités où ils ont été observés, les plantes sur lesquelles ils vivent et qu'ils détériorent. Les espèces trouvées en Californie sont au nombre de 182, distribuées en 48 genres.

Nous signalerons entre autres noms celui d'un puceron tristement célèbre en Europe, le phylloxéra, rapporté justement au Genre *Phylloxera* créé en 1834, par le belge Boyer de Fonscolombe, et à l'espèce *vitifoliae*, décrite par Fitch en 1855. Il se nomme donc d'après les lois de nomenclature, *Phylloxera vitifoliae* Fitch, nom qui doit remplacer

définitivement l'autre plus connu chez nous, *vastatrix*, imposé beaucoup plus tard, en 1868, par Planchon.

Les Zoraptères. — Cet ordre d'insectes fut créé par l'entomologiste italien Silvestri en 1913, pour le genre *Zoorotypus*, contenant alors trois espèces, *guineensis* de l'Afrique, *ceylonicus* de Ceylan et *javanicus* de Java. Plus tard on a décrit quelques autres espèces de diverses régions, entre autres de l'Amérique.

Ce sont de petites bestioles à mouvements rapides, à antennes insérées à la base des mandibules, à abdomen terminé au bout par des cerques. Par leurs structure, forme et éthologie on les a comparées aux *Dermaptera* (perce-oreilles) et aux *Isoptera* (termites).

On les croyait toutes aptères, ce qu'indique même le nom de l'ordre, *Zoraptera*. Mais tout récemment on a découvert aux États-Unis des formes ailées des femelles de l'espèce *Zorotypus Hubbardi* Caudell. Cette découverte est d'une importance extraordinaire pour la connaissance de cet ordre, parce qu'on leur donne plus d'affinités avec les *Psocoptera* (psocides) qu'avec les autres ordres d'insectes.

Les Mécoptères.— Cet ordre d'insectes, séparés des vrais Névroptères par Comstock depuis 1895, a été l'objet de plusieurs publications décrivant des espèces ou des genres isolés pendant les années écoulées de ce siècle, ce qui a augmenté considérablement nos connaissances sur ces intéressants insectes. Tout récemment dans les superbes publications des Collections Zoologiques du Baron Edmond de Selys-Longchamps, a paru une belle monographie de cet ordre due à la plume de l'entomologiste danois Esben-Petersen.

Ce sont des insectes à tête allongée antérieurement en bec ou prosostome, à deux ailes étroites et allongées, à réticulation en général ouverte ou peu serrée, à pattes longues et grêles, tarses de cinq articles cylindriques.

Le nombre des espèces et des genres ayant augmenté considérablement, il a été nécessaire de démembrer ce groupe en plusieurs familles ; voici celles que nous admettons avec Esben-Petersen : *Bittacidæ* Enderl., *Boreidæ* Mac Lachl.,

Panorpidæ Steph., *Notiothaumidæ* E.-Pet. et *Meropidæ* Till. ; chacune compte plusieurs genres et espèces, excepté la famille des Notiothaumides, insectes très spécialisés du Chili. Ceux-ci constituent un seul genre *Notiothauma* Mac Lachl., vraiment étonnant, comme l'indique le nom générique, avec une seule espèce *Reedi* Mac Lachl. Fait exception aussi la famille des Méropides, avec un seul genre *Merome* Newm. et une seule espèce *tuber* Newm., des États-Unis. Les deux familles contiennent des insectes très spécialisés, d'un aspect très différent des autres Mécoptères, à ailes de réticulation dense.

D'après cette monographie, les espèces de Mécoptères connues sont au nombre de 179 et distribuées en 17 genres. Nous croyons pourtant qu'on pourrait admettre quelques espèces, voire quelques genres inclus par Esben-Petersen dans la synonymie. Il y manque encore quelques espèces et quelques variétés décrites pendant ces dernières années. En tenant compte de cela, il nous semble que le nombre approximatif est d'environ 190 espèces et 20 genres.

Outre cela, l'auteur rejette facilement bien des variétés, contrairement à l'usage de la plupart des entomologistes dont certains multiplient même outre mesure les variétés et les formes. Or, plusieurs noms qu'Esben-Petersen énumère simplement comme des synonymes constituent des variétés bien tranchées et même des formes que plusieurs auteurs appelleraient sous-espèces ; c'est donc à tort, selon nous, qu'on a omis de les noter, du moins comme des variétés, dans le catalogue général.

Bon nombre d'espèces ont été décrites préalablement par Esben-Petersen, et deux genres, *Neobittacus* et *Calobittacus*, nom que je corrige au lieu de *Kalobittacus*, d'après ce que j'ai écrit ici même, en janvier 1921.

L'ouvrage est illustré de 188 figures dans le texte et de deux planches hors texte.

L'entomologie en Belgique. — Il nous faut constater plusieurs données concernant le progrès de l'étude de l'entomologie en Belgique.

La Société Entomologique de Belgique est particulièrement florissante par le nombre de ses membres, supérieur

à deux cents, chiffre qui ne fut jamais atteint, quoique ses listes comptassent, avant la guerre, plusieurs membres de langue allemande, rayés depuis.

Une autre Société plus modeste et d'étendue plus restreinte, la Société Entomologique Namuroise, a célébré ses fêtes jubilaires de 25 ans d'existence.

Nouvel essor en Autriche. — Malgré les difficultés pécuniaires, la littérature entomologique n'a pas diminué sensiblement ; au contraire, nous y voyons commencer en livraisons périodiques, par l'éditeur Winckler, la publication d'un CATALOGUS COLEOPTERORUM REGIONIS PALEARCTICÆ, et une revue mensuelle destinée exclusivement à l'Entomologie, ENTOMOLOGISCHER ANZEIGER, rédigée par M. Adolf Hoffmann. Le même éditeur prépare un *Entomologen-Adressbuch* ou Catalogue des Entomologistes, qui va paraître.

Nouveaux progrès en Finlande. — La Société *Pro fauna et flora fennica* vient de célébrer, le premier novembre dernier, le centenaire de sa fondation. Un grand nombre de membres et des travaux publiés par cette Société appartiennent à l'Entomologie.

Une nouvelle publication exclusivement entomologique vient de paraître. On l'a appelée NOTULÆ ENTOMOLOGICÆ, et le premier numéro paru contient des articles rédigés par les entomologistes Sahlberg, Bergroth, Kleine, Nordström, Rudolf et autres.

Les entomologistes de Russie. — Avant la guerre il y avait en Russie une des plus florissantes Sociétés entomologiques, la Société Entomologique de Russie. Elle comptait parmi ses membres plusieurs savants, tels que Adelung, Aljeraki, Bianki, Cholodkovski, le prince Nicolas Mikailovitch Romanoff et plusieurs autres d'une renommée mondiale, sans parler d'autres membres illustres appartenant aux nations étrangères. Elle publiait de beaux travaux dans deux revues appelées HORÆ ENTOMOLOGICÆ ROSSIKÆ, et REVUE RUSSE D'ENTOMOLOGIE ; elle communiquait avec les principales Sociétés et Académies d'Histoire Naturelle du globe.

Mais, la guerre européenne et les événements postérieurs ont été funestes. Plusieurs des plus illustres entomologistes sont morts. Entre autres, nous mentionnerons les suivants comme plus connus :

N. V. Adelung, Conservateur des Orthoptères au Musée Zoologique de l'Académie des Sciences ;

V. L. Bianki, du Musée Zoologique de la même Académie ;

V. T. Oshanin, Conservateur des Hémiptères du Musée Zoologique de l'Académie des Sciences, auteur d'une œuvre très estimée des spécialistes, le *Catalogue des Hémiptères paléarctiques*, Berlin, 1912 ;

N. M. Romanoff (le Prince-Duc Nicolas Mikailowitch), lépidoptériste très distingué.

Des savants qui survivent, une partie se sont exilés volontairement et travaillent au Musée de Londres ou ailleurs, où ils ont trouvé bon accueil.

D'autres, restés au pays, traînent péniblement leur existence, isolés de tout le monde scientifique. Leur privation la plus pénible est le manque des publications des Sociétés savantes, qui n'arrivent plus jusqu'à eux.

C'est pourquoi ils ont fait appel à la générosité des entomologistes des autres nations, les priant de bien vouloir leur envoyer leurs publications scientifiques. A cet objet ils ont choisi comme intermédiaires un des leurs, travaillant au Musée de Londres, M. Kusnezov, et dernièrement, M. A. Jacobson, Secrétaire de la Société Russe d'Entomologie, au Musée Zoologique de l'Académie des Sciences de Pétrograd. Celui-ci pourra distribuer les publications reçues aux diverses sociétés scientifiques et aussi aux particuliers séjournant en Russie.

LONGIN NAVAS, S. J.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS (1)

—

J. Poirée, capitaine d'Artillerie, Licencié ès sciences mathématiques, Professeur à l'École militaire du Génie de Versailles. — PRÉCIS D'ARITHMÉTIQUE. — Un volume (25 × 16) de V,64 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 7,50 frs.

Table des Matières :

Préface. — I : Numération. II : Opérations fondamentales. III : Caractères de divisibilité par 2, 4, 5, 3 et 9, 11. Preuve par 9. IV : Plus grand commun diviseur. Plus petit multiple commun. V : Nombres premiers. VI : Fractions. VII : Proportions. Problèmes divers. Système métrique. VIII : Proportions. Racine carrée à 10, 100 près, etc. Définition d'un nombre irrationnel. IX : Progressions arithmétiques et géométriques. Applications. X : Introduction à la théorie des nombres.

J. Haag, Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. — COURS COMPLET DE MATHÉMATIQUES SPÉCIALES. Tome II : GÉOMÉTRIE. — Un vol. de VII-662 pages (16 × 26). — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 65 frs.

Extrait de la Table des Matières : Préface. I : 1) Homogénéité. Constructions algébriques. 2) Grandeurs orientées. Projections. 3) Coordonnées. 4) Lignes et surfaces. 5) Lieux géométriques. 6) La droite en géométrie plane. 7) Le plan et la droite dans l'espace. 8) Théorie des vecteurs. 9) Rapport anharmonique. Homographie ; involution. 10) Coordonnées trilinéaires et tétraédriques. 11) Le cercle. 12) La sphère. 13) Tangentes et plans tangents. 14) Étude d'une courbe au voisinage d'un de ses points. 15) Asymptotes. 16) Construction des courbes planes. 17) Étude des courbes planes et coordonnées polaires. 18) Courbes et surfaces unicursales. 19) Théorie des enveloppes. 20) Coordonnées tangentielles. 21) Courbure des courbes planes. 22) Courbure des courbes gauches. 23) Courbure des lignes tracées sur une surface. 24) Problèmes de géométrie qui conduisent à des équations différentielles. 25) Surfaces de révolution ; hélicoïdes. 26) Surfaces réglées, développables ; cônes et cylindres. 27) Notions sur les systèmes de droites. 28) Transformations. — II : 29) Propriétés projectives des courbes et des surfaces du second degré. 30) Classification des courbes et des surfaces du second degré ; points à l'infini, centres, diamètres, plans diamétraux. 31) Directions principales ; équations réduites en coordonnées rectangulaires. 32) Intersection des coniques et quadriques. 33) Détermination des coniques et quadriques ; équations générales ; faisceaux et réseaux. 34) Foyers. 35) Étude des coniques sur leurs équations réduites. 36) Étude des quadriques sur leurs équations réduites. 37) Les coniques considérées comme courbes unicursales ; rapports anharmoniques, homographie. 38) Courbes et surfaces du

(1) La REVUE mentionne dans cette liste les ouvrages envoyés à la Rédaction. Cette mention est, non une recommandation, mais un accusé de réception.

troisième et du quatrième degré. 39) Courbes cycloïdales. 40) Courbes et surfaces diverses.

Pierre Humbert, Professeur à l'Université de Montpellier. — INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES. — Un vol. de 40 pages (24 × 16). — Paris, Hermann, 1922.

Henri Malet, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DES TRANSFORMATIONS BIRATIONNELLES ET DES COURBES PLANES. — Un vol. de 262 pages (16 × 25), avec 111 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 32 frs.

Table des Matières :

Introduction et généralités. I : Transformations de première grandeur. Homographie. Intersection de deux gerbes homographiques. Points et droites imaginaires. Propriétés générales des coniques. Faisceaux ponctuels et tangentiels de coniques. — II : Transformations simples du plan. Homographie plane ; homologie. Transformation corrélative. Transformation quadratique. — III : Étude géométrique des courbes planes. Courbes algébriques. — IV : Transformations birationnelles générales. — V : Transformations à base commune. Transformations involutives. — VI : Correspondances simplement rationnelles de première grandeur. Correspondances rationnelles sur une droite. Polaires successives. Relations entre la classe et le degré d'une courbe. Construction des courbes. Classification des cubiques. Correspondances birationnelles de courbe à courbe.

Edward J. Willis, M. E., Fellow A.I.E.E., member A.S.M.E. — THE MATHEMATICS OF NAVIGATION. — Un vol. de 34 pages (14 × 21). — Richmond, Fergusson, 1921.

Table des Matières : Préface. Right ascension. Latitude. Longitude. Latitude again. The application of differential Calculus. The Author's method. Conclusion.

R. P. Luis Rodès, S. J., Director del Observatorio del Ebro. — INSTITUTIONES CIENTIFICAS DE LOS ESTADOS UNIDOS. — Un vol. de 124 pages (21 × 27). — Barcelona, 1921.

Monte Wilson : Una gran Atalaya de Observacion Cosmica. El Observatorio de « Harvard College » : Archivo Celeste. Harvard, una Gran Universidad Libre Norte-Americana. Laboratorio de Fisica « T. Jefferson » : Avance de Lyman en la Région Ultraviolada. Horizonte Astronomico : una visita al Observatorio de Yerkes. El Weather Bureau : Organización Meteorologica.

Gaston Milhaud, professeur à la Sorbonne. — DESCARTES SAVANT. — Un vol de 250 pages, in-8°, de la Bibliothèque de Philosophie Contemporaine. — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 12,50 frs.

Note de l'éditeur. Extrait :

Cet ouvrage contient la substance des derniers cours professés à la Sorbonne par l'éminent professeur si prématurément disparu.

On trouvera dans ce livre, avec une Introduction sur la question de la sincérité de Descartes, des études approfondies et fortement documentées sur ses premiers essais scientifiques et ses découvertes de 1619-1620, sur ses travaux d'optique, sur l'invention de la géométrie analytique et sur les travaux qui s'y rattachent, enfin des essais sur Descartes et la notion de travail ; Descartes expérimentateur ; Descartes et Bacon.

La conclusion résume le double aspect de l'œuvre cartésienne,

grandement novatrice par certains côtés, et venant néanmoins s'insérer avec exactitude dans le mouvement général des sciences et de la philosophie.

Louis Roy, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. — COURS DE MÉCANIQUE. Tome I : COURS DE MÉCANIQUE RATIONNELLE à l'usage des élèves de l'Institut Électrotechnique et de Mécanique appliquée et des candidats au Certificat de Mathématiques générales. — Un vol. in-8° de VI-260 pages (25 × 16), avec 103 figures. — Paris Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 25 frs.

Notice de l'éditeur : Le Tome I du *Cours de Mécanique (Mécanique rationnelle)* s'adressant surtout aux débutants, l'auteur s'est borné à n'exposer que les éléments de cette science ; il a néanmoins tenu essentiellement à être précis, à ne pas éluder certaines questions d'intérêt purement théorique, questions qui se posent inévitablement à la réflexion et sur lesquelles glissent généralement les ouvrages didactiques. L'auteur énonce ainsi explicitement certains postulats, implicitement admis dans les exposés classiques et démontre comment la force appliquée à un point ne dépend que du temps, de la position du point et de sa vitesse. Il insiste spécialement sur les conditions analytiques qui doivent être remplies par les forces, pour que les réciproques des conditions d'équilibre soient vraies.

S'adressant à une majorité de futurs ingénieurs, l'auteur, afin de leur donner un aperçu de la méthode du travail virtuel, consacre un chapitre à cette méthode et en donne quelques applications. La démonstration purement analytique qu'il expose des théorèmes du travail virtuel résulte immédiatement des équations générales de la Statique et s'applique à des liaisons quelconques. Quelques exemples, souvent traités jusqu'aux calculs numériques, montrent l'application des théories générales.

Sommaire de la Table des Matières. — I : Théorie des vecteurs. II : Cinématique du point. III : Cinématique du corps solide. IV : Dynamique du point. V : Dynamique des systèmes.

H. Beghin, Professeur à l'École navale. — STATIQUE ET DYNAMIQUE. Tome II. — Un vol. de 208 pages, in-16, avec figures, de la Collection Armand Colin. — Paris, Colin, 1921. — Prix : 5 francs.

Extrait de la Table de sMatières. — XV : Généralités sur les mouvements oscillatoires. Troisième partie : Statique des Systèmes. XVI : Statique des solides invariables. XVII : Statique des corps déformables. XVIII : Travail virtuel. Quatrième partie : Dynamique des systèmes. XIX : Théorèmes généraux. XX : Énergie. Machines. XXI : Dynamique des solides invariables. XXII : Chocs et percussions. — Note sur les systèmes d'unités. — Bibliographie.

J. Villey. — PHYSIQUE ÉLÉMENTAIRE ET THÉORIES MODERNES. Première partie : MOLÉCULES ET ATOMES. États d'équilibre et mouvements de la matière (Mécanique, Statique des fluides, Chaleur, Élasticité et Acoustique). — Un vol. in-10 de X-198 pages (25 × 16), avec 23 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 15 fr.

Extrait de la Préface :

Cet ouvrage d'abord préparé pour les étudiants du P.C.N. intéressera, grâce à la forme nouvelle dans laquelle il est conçu, tout le public cultivé.

Il sera lu avec fruit par tous ceux qui désirent s'éclairer sur les phénomènes fondamentaux de la Physique et sur ses théories les plus modernes.

Les questions étudiées dans cet ouvrage sont groupées en deux volumes.

Table des Matières. — Chap. I : Éléments de mécanique. II : Équilibre des solides. III : La conservation de l'énergie. IV : Équilibre et propriétés des liquides. V : Équilibre et propriétés des gaz. VI : Température et quantités de chaleur. VII : Dilatations thermiques. VIII : Changements d'état. IX : Élasticité et acoustique. X : Molécules et atomes.

Julien Pacotte, Docteur ès sciences. — LA PHYSIQUE THÉORIQUE NOUVELLE, avec une Préface de M. Émile Borel, Membre de l'Institut. — Un vol. in-8° raisin (25 × 16) de VIII-182 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 12 francs.

Table des Matières. — Chap. I : La radiation électromagnétique chez Maxwell, Lorentz et Ritz. 1) Le champ électromagnétique autonome. 2) Le rapport entre le champ et un centre. 3) L'action d'un centre sur un autre. — Chap. II : La radiation électromagnétique et la théorie de la relativité. 1) L'espace pur. 2) L'espace sensible. 3) L'espace physique. 4) La relativité de l'espace. 5) La relativité d'après Lorentz. 6) La relativité d'après Einstein. 7) La relativité d'après Minkowski. — Chap. III : La radiation électromagnétique et les principes de la physique. 1) Le principe de la réaction. 2) La masse électromagnétique. 3) Le principe de la masse. 4) Le principe de l'énergie. 5) Le principe de l'irréversibilité. 6) Le principe de la moindre action. — Chap. IV : La radiation électromagnétique et la matière. 1) La méthode en optique. 2) Les vibrateurs optiques. 3) La radiation et la thermodynamique. 4) L'équivalence entre la matière et l'énergie. — Chap. V : La radiation électromagnétique et l'éther. 1) La conception vibratoire de la radiation. 2) Le déplacement électrique au point de vue mécaniste.

Max Franck, Ancien élève de l'École Polytechnique. — LA LOI DE NEWTON EST LA LOI UNIQUE. — Un vol. in-8° de 158 pages (25 × 16). — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 21,50 francs.

Notice de l'éditeur. Extrait :

Dans cet ouvrage de philosophie scientifique, l'auteur examine quelle serait la loi mécanique régissant l'espace, si l'on admettait :

1° que toute l'Énergie potentielle réside dans le vide absolu des physiciens ;

2° que toute la matière est formée d'un élément originel unique d'inertie, mobile dans le vide.

Le développement du travail consiste dans l'examen de la concordance avec les faits constatés des conséquences de la loi unique ainsi formulée.

La première conséquence est la confirmation de la formule newtonienne, à laquelle la loi énoncée permettrait de donner son interprétation exacte ; telle est la raison du titre que l'auteur a donné à son ouvrage. Cette théorie utilise seulement les notions d'espace, temps, force, inertie admises en géométrie euclidienne et en mécanique rationnelle.

1re partie : la matière. — 2e partie : l'esprit.

Paul Dupont, Ancien élève de l'École Polytechnique. — LA NOTION DU TEMPS D'APRÈS EINSTEIN. — Un vol. de 540 pages (12 × 19). — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 3,50 francs.

Conclusion : « Je n'ai pas à m'excuser de critiquer librement les idées de savants aussi éminents que Einstein et certains de ses partisans. Ce que je critique, c'est certaines interprétations de sa doctrine. Si on le prend dans le sens purement positiviste, c'est-

à-dire comme un mode de notation commode, fécond et permettant de construire un édifice mathématique d'une grande beauté, on ne peut assez l'admirer. Mais ce n'est rien de plus et nous ne croyons pas qu'il soit appelé à se substituer définitivement au vieux temps universel, même théoriquement. Le seul adversaire digne de celui-ci serait le temps individuel pur de l'idéalisme.

P. Vivier. — De la Lumière au Son. — Un vol. de 108 pages, in-8°, avec de nombreuses figures. — Paris, Mendel, 1921. — Prix : 7 francs.

Table des Matières : Préambule. — I : 1) Une expérience classique qui pourrait donner davantage ; anciennes expériences. 2) Couleurs locales. 3) Absorption et zones de lumière. 4) Les Cases de la Lumière et les Couleurs horaires. 5) Le Tourbillon lumineux. 6) Graphique othoponctuel. — II : 1) Acoustique des canons. 2) Électricité et Géométrie ; Chaleur et Spirale. 3) Flamme spirale et Lumière; Tourbillons électriques. 4) Ionisation de la Lumière. 5) La lumière tombe. — III : 1) Statique de la lumière. 2) Sustention lumineuse. — IV : 1) Le mouvement lumineux. 2) Le mouvement parabolique et l'incurvation. — V : Équilibre général de la Lumière. — Commentaires. — Addenda. — Arière-propos.

Ch. Fabry, Professeur à la Sorbonne. — Éléments d'électricité. — Un vol. in-16 de 208 pages, 70 figures, de la Collection Armand Colin. — Paris, Colin, 1921. — Prix : 5 frs ; relié, 6 frs.

Note de l'éditeur. Extrait :

Dans ce petit livre, fruit de longues années d'enseignement, l'auteur s'adresse surtout à ceux qui étudient l'électricité en vue de ses applications. Tout détail inutile, tout appareil vieilli sont laissés de côté. Les grands faits, en somme assez peu nombreux, sont mis en lumière et rattachés aux notions usuelles de la Mécanique dont tout le monde a le sens intuitif.

Ainsi présentée, la science de l'Électricité n'apparaît plus comme une chose merveilleuse et inaccessible, mais comme un prolongement naturel des notions que tout le monde possède.

Edmond Bauer. — La théorie de Bohr. La Constitution de l'atome et la Classification périodique des éléments. Conférence faite le 19 février 1921, et publiée avec des compléments sur les travaux récents. — Un vol. de 52 pages (16 × 26). — Paris, Hermann, 1922. — Prix : 4,50 francs.

W. Nernst, Professeur à l'Université et Directeur de l'Institut de chimie physique de l'Université de Berlin. — Traité de chimie générale. — 1re Partie : Propriétés générales des corps. Atome et molécule. — Un vol. de VII-620 pages (16 × 26), traduction française par A. Corvyri, Professeur agrégé des sciences physiques. — Paris, Hermann, 1922. — Prix : 30 francs.

Extrait de la Table des Matières du Tome I :

I. Les propriétés générales de la matière : 1) L'état gazeux. 2) L'état liquide. 3) L'état solide. 4) Les mélanges physiques. 5) Les solutions étendues. — II : Atomes et Molécules : 1) Théorie atomique. 2) La théorie cinétique des molécules. 3) Théorie moléculaire de l'état solide. 4) Détermination du poids moléculaire. 5) Constitution des molécules. 6) Propriétés physiques et architecture moléculaire. 7) Dissociation des gaz. 8) La dissociation électrique. 9) Les propriétés physiques des solutions salines. 10) La théorie atomique de l'électricité. 11) L'état métallique. 12) La radioactivité. 13) L'état colloïdal. 14) La grandeur absolue des molécules.

A. Smits (Dr), Professeur à l'Université d'Amsterdam. — DIE THEORIE DER ALLOTROPIE. — Un vol. de XVI-500 pages (15 × 24), avec 239 figures dans le texte. — Leipzig, Barth, 1921. — Prix : 100 Mark.

Extrait de la Table des Matières :

Theoretischer Teil. — I. Die Grundlage der Theorie und ihre Darstellungsweise. II. Nähere Betrachtungen über die Lage der inneren Gleichgewichtslinien in gasformigen und kondensierten Phasen. III. Pseudoternäre und höhere pseudokomponentige Systeme. IV. Allotrope Stoffe mit einem Lötungsmittel. V. Systeme mit flüssigkristallinischer Phase. VI. Erscheinungen welche unsere Theorie voraussehen lässt. VII. Die Anwendung der Theorie der Allotropie auf elektromotorische Gleichgewichte. VIII. Die Photo- und elektrochemische Gleichgewichte. IX. Die Interpretation der Röntgenspektra von Kristallen. — Experimenteller Teil. : I. Prüfung der Theorie auf nicht-elektrischem Wege. II. Prüfung der Theorie der Allotropie auf elektrochemischem Gebiete.

Étienne Rabaud, Professeur à la Sorbonne. — L'HÉRÉDITÉ. — Un vol. de 190 pages in-16, illustré, de la Collection Armand Colin. — Paris, Colin, 1921. — Prix : 5 francs.

Extrait de la Table des Matières : I. Nature de l'Hérédité. II. Historique. III. Les faits essentiels de l'Hérédité. IV. Rôle du milieu dans les manifestations héréditaires. Le polymorphisme. V. L'Hérédité d'influence. VI. Les Théories de l'Hérédité. VII. La substance vivante et le mécanisme de l'Hérédité. VIII. Les variations héréditaires. IX. Modalités diverses des variations héréditaires. Limite des variations. X. Applications pratiques. XI. Conclusions.

Marin Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — NUTRITION DE LA PLANTE. ÉCHANGES D'EAU ET DE SUBSTANCES MINÉRALES. — Un vol. in-16 de VI-395 pages, avec 46 figures dans le texte, de l'Encyclopédie scientifique. — Paris, Doin, 1921.

Extrait de la Table des Matières : : I. Substances minérales contenues dans les végétaux. II. Cultures synthétiques. III. Toxicité et antitoxicité. IV. Propriétés osmotiques des cellules végétales. V. Absorption de l'eau par les plantes. VI. La transpiration. VII. Ascension de la sève brute. VIII. Sudation, nectar, miellée végétale. IX. Absorption des substances minérales. X. Perméabilité de la membrane protoplasmique aux substances dissoutes. XI. Absorption des matières minérales par la racine. XII. Le sol et la nutrition minérale.

Marin Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — NUTRITION DE LA PLANTE. FORMATION DES SUBSTANCES TERNAIRES. — Un vol. in-16 de 450 pages, avec 88 figures dans le texte, de l'Encyclopédie scientifique. — Paris, Doin, 1921. — Prix : 14 francs.

Extrait de la Table des Matières : Introduction. I. Les sucres ; constitution et localisation. II. La fonction chlorophyllienne. III. Les réserves sucrées. IV. Glucosides, tannins, acides organiques. V. Corps gras, lipoïdes, cires. VI. Essences, résines, latex. VII. Nutrition carbonée organique des végétaux dépourvus de chlorophylle. VIII. Nutrition carbonée organique des plantes vertes.

M. Caullery, Professeur à la Sorbonne. — PARASITISME ET SYMBIOSE. — Un vol. in-16 de 400 pages, avec 35 figures dans le texte,

de la Bibliothèque de Biologie générale. — Paris, Doin, 1921. — Prix : 14 francs.

Les parasites intéressent non seulement le zoologiste ou le botaniste de profession, mais le médecin, l'agronome et bien d'autres praticiens par les maladies et les dégâts qu'ils causent. En outre, le parasitisme est un des chapitres les plus significatifs de la Biologie générale, et c'est à ce point de vue qu'il est considéré dans le présent livre. Il offre, en particulier, une des manifestations les plus significatives de l'Évolution, en nous montrant des types bien définis d'organismes profondément transformés par des conditions de vie étroitement déterminées et analysables. Jusqu'à quel point peut être poussée actuellement cette analyse, on a essayé dans cet ouvrage de le préciser.

D'autre part, le parasitisme n'est pas une condition strictement définie. Il n'est qu'un cas particulier de multiples associations d'organismes auxquelles il est relié par des transitions invisibles et dont ne le sépare aucune distinction qualitative essentielle ; des plus lâches, généralement désignées sous le nom de *commensalisme*, aux plus étroites appelées *symbiose*, auxquelles on attache généralement à tort l'idée d'une réciprocité d'avantages entre les associés, en passant par le *parasitisme*, il est impossible de fixer des frontières, et ce livre montre qu'on ne peut davantage les séparer légitimement par des conditions.

L'auteur s'est attaché à traiter ces problèmes généraux en restant constamment au contact des faits concrets et choisissant de préférence ses exemples parmi ceux qui ont fait les recherches les plus récentes en France et à l'étranger. Il y a lieu de signaler en particulier à cet égard l'étude du commensalisme chez les fourmis, de la spécificité parasitaire des galles et surtout de la symbiose pour laquelle sont discutés les détails des théories émises dans ces toutes dernières années.

Ainsi conçu, d'un point de vue très général, appuyé sur une documentation considérable, justifié par une abondante bibliographie, ce livre doit trouver beaucoup de lecteurs, tant parmi les curieux de Biologie générale que parmi les spécialistes des divers ordres qui sont appelés à rencontrer des faits de parasitisme dans la science pure ou dans ses applications.

É. de Wildeman, Directeur du Jardin Botanique de Bruxelles. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA FLORE DU KATANGA. — Un vol. de CXLIV-264 pages (18 × 26). — Bruxelles, Reynaert, 1921.

Sommaire : Esquisse de géographie botanique : District des Grands Lacs. Région du Tanganika. District du Haut-Katanga. Notes sur quelques arbres à bois utilisable de la Zone Katangienne. Statistique de la Flore du Katanga. Additions et corrections. Relevé systématique des espèces de la Flore du Katanga. — Table alphabétique : Noms de familles, genres, synonymes, noms indigènes.

Dr Sigm. Freud, Professeur à la Faculté de Médecine de Vienne. — INTRODUCTION A LA PSYCHANALYSE, traduit de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur par le Dr S. Jankélévitch. — Un vol. in-8° de 484 pages (23 × 14). — Paris, Payot, 1921. — Prix : 18 frs.

Note de l'éditeur. Extrait :

La librairie Payot se propose de procéder à la publication de plusieurs ouvrages, choisis parmi les plus importants, du célèbre fondateur de la « psychanalyse ». La « psychanalyse », on le sait, tire toute son originalité du rôle prépondérant que M. Freud attribue à l'inconscient non seulement dans la genèse et le traitement des névroses mais aussi dans la vie et dans les relations humaines en général.

Étendant peu à peu la portée de ses théories, l'auteur a fait de la « psychanalyse » une méthode d'interprétation applicable aux productions du folklore, à la mythologie, à la création artistique, à la naissance et à l'évolution du langage, aux institutions religieuses et sociales des peuples primitifs.

P. Landesque. — HYDROLOGIE ET HYDROSCOPIE. — Un vol. de XVI-225 pages (24 × 16). — Paris, Dunod, 1921.

Extrait de la Table des Matières : Introduction. — I. Hydrologie. 1) Origine des cours d'eau et des sources. 2) Cours d'eau. 3) Sources. 4) Amélioration des cours d'eau et des sources : *a)* contributions diverses ; *b)* influence des forêts ; *c)* conséquence pour l'agriculture. 5) Qualité des eaux : *a)* eaux potables ; *b)* examen des eaux ; *c)* amélioration des eaux alimentaires. — II. Hydroscopie : 1) Procédé de recherches des sources. 2) Hydromancie. 3) Méthode hydromancienne de l'auteur. 4) Expériences diverses. 5) Résultats pratiques obtenus en Tunisie par l'auteur. 6) Autres expériences ou constatations faites un peu partout par divers opérateurs. 7) Ce qu'il y a de vrai dans l'hydromancie. — Index.

Henri Mager. — LES BAGUETTES DES SOURCIERS ET LES FORCES DE LA NATURE. — Un vol. de XI-423 pages (14 × 21), avec 137 figures. — Paris, Dunod, 1921. — Prix : 35 francs.

Extrait de la Table des Matières : I. Les Baguettes des sourciers ; pourquoi elles se meuvent. 1) Controverses anciennes pour ou contre les Baguettes. 2) Les Épreuves de Baguettes de 1913. 3) Les mouvements des Baguettes. 4) Arrêt des mouvements. 5) Cas où les tiges aimantées arrêtent les mouvements. 6) Cas où les tiges aimantées n'arrêtent pas les mouvements. 7) Cas où les métaux arrêtent les mouvements. 8) Cas où les métaux n'arrêtent pas les mouvements. 9) Classification des métaux, des métalloïdes, des corps minéraux et autres, selon qu'ils agissent comme le fer ou comme le cuivre. 10) Pourquoi les mouvements de la baguette peuvent-ils être arrêtés? 11) Le trajet des courants de force. 12) Comment naissent les courants de force. 13) Conditions de lumière. 14) Conditions d'ambiance. 15) Conditions d'orientation. 16) Le mécanisme des mouvements de la baguette. 17) Comment s'évanouissent les courants de force. 18) Appareil pour l'enregistrement des forces de la nature.

II. Par la baguette des sourciers, étude de la matière et des forces. 19) La matière et les forces. 20) Champs de force et lignes de force. 21) Les champs de force F et C. 22) La polarité des corps. 23) Le potentiel des corps. 24) Champs magnétiques et champs électriques. 25) Quelques propriétés des forces F et C. 26) Les poids atomiques. 27) Les couleurs sont accompagnées de champs de force de même allure générale que les champs de force qui accompagnent les métaux. 28) Une nouvelle méthode d'analyse des minerais. 29) Une nouvelle méthode de prospection minière. 30) Les études physiques seront-elles facilitées grâce aux pointes triangulaires reliées au sol par deux conducteurs et formant angle et parcourues par des courants de sens contraires ?

Dr Paul Chavigny, Professeur de médecine légale à la Faculté de Médecine de Strasbourg. — PSYCHOLOGIE DE L'HYGIÈNE. — Un vol. de 288 pages (12 × 15), de la Bibliothèque de Philosophie scientifique. — Paris, Flammarion, 1921. — Prix : 7,50 francs.

Extrait de la Table des Matières : Préface. — I. Psychologie générale de l'Hygiène. II. La mentalité de l'Hygiéniste. III. La culture physique. IV. La gymnastique suédoise. V. Choix d'une méthode de gymnastique et des sports. VI. La propreté. VII. Ani-

maux parasites de l'homme. VIII. Hygiène de l'habitation. IX. Hygiène individuelle. X. Hygiène sexuelle. XI. Hygiène sexuelle (suite). XII. Hygiène prophylactique. XIII. L'Hygiène prophylactique : la désinfection, l'isolement dans les maladies contagieuses. XIV. Psychologie de la thérapeutique. XV. Les animaux domestiques et la propagation des maladies contagieuses. XVI. Hygiène des intoxications volontaires. Leur prophylaxie. XVII. Hygiène militaire. XVIII. Hygiène de l'esprit. XIX. Hygiène du repos. Les vacances. XX. Hygiène du repos et des vacances (suite). XXI. Les moyens et procédés de propagande de l'hygiène. — Conclusions.

L. March, J. Moret, R.-G. Hawtrey, Ch. Gide, A. Aftalion, E. Barone, Augé-Laribé, Ch. Rist, Max Lazard, Dugé de Bernonville. — PROBLÈMES ACTUELS DE L'ÉCONOMIQUE — Un vol. de VI-177 pages (16 × 25), numéro spécial de la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE. — Paris, Colin, 1921. — Prix : 20 fr.

Table des Articles : Préface. — Méthode : L. March : La méthode statistique en économie politique. — Échange : J. Moret : Le prix et la théorie générale de l'équilibre ; R.-G. Hautrey : La situation monétaire européenne. — Consommation : Ch. Gide : La consommation. — Evolution de la production : A. Aftalion : Le rythme de la vie économique ; F. Barone : Les syndicats (cartels et trusts). — Facteurs permanents de la production : Augé-Laribé : Le rôle de la terre et des forces naturelles dans l'économie moderne ; Ch. Rist : L'épargne, son mécanisme social et psychologique ; Max Lazard : Le travail humain ; son utilisation et sa rémunération. — Aménagement du travail : Dugé de Bernonville : L'orientation professionnelle ; l'adaptation de l'ouvrier à la profession.

Jos. M. C. X. Goedseels, Avocat près la Cour d'Appel de Bruxelles. — LA PERSONNALITÉ CIVILE DES ASSOCIATIONS SANS BUT LUCRATIF ET DES ÉTABLISSEMENTS D'UTILITÉ PUBLIQUE. COMMENTAIRE THÉORIQUE ET PRATIQUE DE LA LOI DU 27 JUIN 1921. — Un vol. de 434 pages (17 × 25). — Bruxelles, Hauchamps, 1921.

Extrait de la Table des Matières. — Livre premier : Principes juridiques. I. Des personnes morales dans leurs rapports avec le droit public belge. II. Questions de droit civil. 1) Histoire et théorie de la personnalité civile ; 2) Du droit de communauté. — Livre deuxième : Commentaire des articles de la loi du 27 juin 1921. I. Des associations sans but lucratif. 1) Conditions de l'octroi de la personnalité civile aux associations sans but lucratif. 2) De la constitution des associations sans but lucratif. 3) Règles légales relatives à la vie juridique des associations personnifiées. 4) Nullité, dissolution et liquidation. II. Des établissements d'utilité publique. 1) De la nature et de l'objet des fondations. 2) De la constitution des établissements d'utilité publique. 3) De la vie juridique des fondations. 4) Dissolution ; liquidation. III. Dispositions fiscales. IV. Dispositions particulières. — Livre troisième : Éléments de commerce.

JAHRBUCH DER ANGEWANDTEN NATURWISSENSCHAFTEN 1919-1920. — 31e Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern ausgegeben von **Dr Joseph Plassmann.** Mit 147 Bildern auf 20 Tafeln in dem Text. (XVI-394 S.). — Herder, Freiburg in Breisgau, 1921. — Geb. M. 40 und Zuschläge.

Quelque 500 courtes notices, résumés d'articles de revues techniques, surtout allemandes, autrichiennes et américaines.

Extrait de la Table des Matières :

I. Technique. Infrastructure. Superstructure. Hygiène. Machines.

Appareils de mesure. Électrotechnique. Moyens de communication. Varia. II. Technologie chimique. III. Exploitation des mines et métallurgie. IV. Sylviculture et agriculture. Jardinage. Fruits. Vins. Tabac et houblon. Pêche. Chasse. V. Anthropologie. Ethnologie et préhistoire. VI. Médecine. Physiologie et Pathologie. Thérapeutique générale et spéciale. Hygiène et épidémies. VII. Navigation aérienne et météorologie. VIII. Géographie. Généralités. Europe, Asie, Afrique, Australie et Nouvelle-Guinée, Amérique, Régions polaires. Hydrographie. IX. Phénomènes astronomiques (1 déc. 1920 — 30 nov. 1921). X. Variétés : 1) Habitations à bon marché ; 2) Photographie d'amateur ; 3) Progrès dans les machines agricoles ; etc. XI. Nécrologie (1915-1919). Index alphabétique.

A. Vierendeel. Professeur à l'Université de Louvain. — ESQUISSE D'UNE HISTOIRE DE LA TECHNIQUE. — 2 vol. de 387 pages (12 × 19). — Bruxelles, Vromant, 1921.

Table des Matières : Préface. — I. La technique depuis les temps préhistoriques jusqu'à la chute de Constantinople. II. Les Mathématiques. III. Mécanique. Statique. Dynamique. IV. La thermodynamique. V. L'électricité. VI. La machine à vapeur. VII. Les locomotives. VIII. Les turbines. IX. Les moteurs à essence, à gaz, à pétrole. X. L'aérostation. XI. L'Aviation. XII. L'éclairage au gaz. XIII. Les grandes Constructions métalliques. XIV. Le Béton armé.

R. A. S. Macalister, Litt. D., F. S. A. — A TEXT-BOOK OF EUROPEAN ARCHAEOLOGY. — Un vol. de XV-700 pages (17 × 25). — Cambridge, University Press, 1921.

Extrait de la Table des Matières : I. Introductory. II. Geological prolegomena. III. Palaeontological prolegomena. IV. Anthropological prolegomena. V. The beginnings of human life in Europe. VI. The lower palaeolithic stages. VII. The middle palaeolithic stage. VIII. The upper palaeolithic stages. IX. The psychology of upper palaeolithic man. X. The mesolithic period. XI. The palaeolithic period as a whole. — Index.

G. Contenau (Dr), Chargé de missions archéologiques en Syrie. — LA CIVILISATION ASSYRO-BABYLONIENNE. — Un vol. de 143 pages (10 × 16), de la Collection Payot, avec 30 figures dans le texte. — Paris, Payot, 1922. — Prix : 7,50 francs.

Table des Matières : Table des figures. — Avant-Propos. — I. Notions géographiques. Les races. Les langues et l'écriture. Résumé historique. II. Les explorations archéologiques et le déchiffrement des inscriptions. III. La religion : Le Panthéon. La création. La loi morale. Le péché. L'expiation. La divination. IV. L'Art, l'Architecture. Le Bas-relief et la statuaire. Le métal. La céramique. La glyptique. V. Les Institutions : Le Gouvernement. L'Armée et la Marine. Les Impôts. La Famille. Les Lois. Vie de chaque jour. Les Sciences et les Lettres. Bibliographie générale et abréviations des ouvrages cités.

Albert Carnoy, Professeur à l'Université de Louvain. — LES INDO-EUROPÉENS. PRÉHISTOIRE DES LANGUES, MŒURS ET CROYANCES DE L'EUROPE. — Un vol. de 256 pages (12 × 19). — Bruxelles, Vromant, 1921.

Extrait de la Table des Matières : Avant-propos. — I. La Parenté entre les langues indo-européennes. II. Les Caractéristiques de l'Idiome indo-européen. III. Langues et peuples de la famille indo-

européenne. IV. Le berceau des Indo-Européens. V. Civilisation des Indo-Européens. Nos connaissances. VI. L'Aspect physique de la vieille patrie. VII. Les animaux domestiques. VIII. Les Plantes cultivées. La culture. IX. Les Villes et les Villages. X. Les habitations. XI. Les ustensiles et la nourriture. XII. Les Vêtements. XIII. Les Armes. XIV. Les Moyens de transport. XV. Le Commerce et les Mesures. XVI. La Famille. XVII. La « Grande Famille »; la Tribu. XVIII. Le Droit. XIX. Les croyances. XX. Le Culte. XXI. Le Caractère des Indo-Européens. Leur rôle dans l'histoire de la civilisation.

L. Descour, Médecin inspecteur de l'Armée. — PASTEUR ET SON ŒUVRE. — Un vol. de 296 pages (14 × 20), avec un portrait. — Paris, Delagrave, 1921. — Prix : 10 francs.

Note de l'éditeur. Extrait :

M. le Dr Émile Roux, membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut Pasteur, a dit à l'Académie de Médecine en lui présentant *Pasteur et son Œuvre* :

«... M. Descour a bien voulu me soumettre les bonnes feuilles de son ouvrage ; je les ai lues avec le plus vif intérêt, tant l'œuvre de Pasteur est attachante, même pour celui qui la connaît déjà, et aussi parce que M. Descour l'a présentée avec une exactitude, un ordre et une émotion dignes de ce grand sujet. Dans un volume de moins de 300 pages, l'auteur a su dire ce que personne ne doit ignorer de la vie de Pasteur et ce que tous ceux qui s'occupent de science doivent connaître des travaux de ce grand homme ».

G. Lacour-Gayet, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques. — BONAPARTE, MEMBRE DE L'INSTITUT. UN CHAPITRE DU CENTENAIRE DE NAPOLÉON. — Un vol. de 11-93 pages in-8°, avec 16 illustrations hors texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 15 francs.

Table des Matières : Introduction. — I. La succession académique de Carnot. II. La Candidature de Bonaparte. III. La liste de présentation des candidats. IV. L'élection de Bonaparte, 25 décembre 1797. V. La lettre de remerciement de Bonaparte. VI. La séance publique de l'Institut du 4 janvier 1798. VII. Bonaparte aux séances de l'Institut, 1797-1798. VIII. Bonaparte aux séances de l'Institut, 1799-1802. IX. Les arrêtés de 1803. X. Napoléon, protecteur de l'Institut, 1815.

Appendice : I. Liste de présence à la séance générale de l'Institut, du 25 décembre 1797. II. Liste de présence à la séance générale et publique de l'Institut, du 4 janvier 1798. III. Séances de l'Institut auxquelles assista Bonaparte. IV. Trois visites officielles de l'Institut à Bonaparte. V. Bonaparte, membre de l'Institut national Cisalpin.

Le texte se complète par seize illustrations de caractère documentaire, pour la plupart inédites.

Paul Lorquet, Professeur d'Histoire au Lycée Janson de Sailly. — L'ART ET L'HISTOIRE. — Un vol. in-16 de 304 pages. — Paris, Payot, 1922. — Prix : 10 francs.

Note de l'éditeur. Extrait :

L'homme crée l'art, mais l'art modèle l'esprit humain. Les rapports de l'art et des hommes forment le grand drame — à cent actes divers — de l'intelligence et de la sensibilité. Ce livre présente les personnages principaux de ce drame, les arts, formes diverses de l'art, et les grands peuples d'art, formes diverses de l'humanité.

Chaque art et chaque peuple ont leurs caractères propres, mais l'histoire brode ses variations sur le thème essentiel.

Voici les arts: définir chacun d'eux, c'est reconnaître les qualités d'esprit et de sensibilité qu'il exige. Et l'on pourra juger un peuple à ses arts. Voici les dix-sept ou dix-huit grands peuples dont l'art consacre le génie. C'est par l'art surtout, et souvent par lui seul, que nous pouvons comprendre les peuples lointains et leurs âmes fermées, et que se révèlent à nous l'Inde, la Chine, et le Japon. Les morts prennent place à côté des vivants : ces disparus survivent dans l'art qu'ils ont créé : leurs œuvres immortalisent la Chaldée, l'Égypte des Pharaons, la Grèce classique, l'Amérique précolombienne.

Ernest Seillière, Membre de l'Institut. — LA MORALE DE DUMAS FILS. L'évolution passionnelle dans le théâtre contemporain. — Un vol. in-16, de la Collection Historique des Grands Philosophes. — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 10 francs.

Admirateur de la technique dramatique incomparablement habile et puissante d'Alexandre Dumas Fils, M. Seillière l'est moins de la morale dont il s'est fait l'apôtre et le propagateur efficace. L'auteur de l'*Ami des Femmes* lui apparaît comme l'héritier, le continuateur de George Sand, dans la campagne que l'illustre femme de lettres a menée contre l'antique constitution de la famille monogame. Comme elle, Dumas tendit à réhabiliter la passion libre de tout, en se donnant parfois l'apparence et le mérite de la condamner.

Louis Rougier, Professeur agrégé de Philosophie, Docteur ès lettres. — LA STRUCTURE DES THÉORIES DÉDUCTIVES. — Un vol. in-16 de 136 pages, de la Bibliothèque de Philosophie Contemporaine. — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 7 francs.

Ce petit traité de logique formelle diffère radicalement de tout ce qui a été écrit sous le même titre en langue française. L'auteur démontre les formes élementaires du raisonnement, dont le syllogisme n'est qu'un type très particulier ; il décompose le mécanisme de la démonstration ; il établit les conditions logiques auxquelles sont assujetties toutes les théories déductives et met en évidence leur caractère purement formel, qui leur permet de s'appliquer aux matières les plus diverses. Il résout le problème, soulevé par Poincaré et M. Goblot, de savoir comment se peuvent concilier la nouveauté et la généralité croissante des théorèmes mathématiques avec leur nécessité, en montrant que c'est par suite de la faculté qu'on a de construire par récurrence des objets de plus en plus complexes, grâce aux principes *formateurs* qui figurent parmi les propositions premières de toute théorie déductive.

Capitaine Stephan Christesco. — LA RELATIVITÉ ET LES FORCES DANS LE SYSTÈME CELLULAIRE DES MONDES. — Un vol. in-16, de 290 pages, avec 10 figures et 4 planches hors texte. — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 12 francs.

Note de l'éditeur. Extrait :

Dans son système cellulaire, l'auteur montre que la relativité des forces dépend de notre réalité, que celle-ci dépend de notre adaptation évolutive, et que la terre possède un triple mouvement relatif : *simplex*, *duplex* et *triplex*.

En faisant une étude sur l'évolution des milieux cosmiques, il met en évidence : l'existence de l'éther comme milieu matériel, lequel serait composé de particules plus ténues d'un ultra-éther, et les atomes ne seraient que l'intégration des particules éthériques.

Une originalité, entre autres, est celle de la création, dans l'évo-

lution de l'Univers, de deux nouveaux états de la matière : l'*état cosmogène* primordial, base matérielle des mondes, composé des particules encore plus ténues que l'ultra-éther, les *éthérons*, et l'*état vivant*, représentant la substance vivante, entre lesquels le savant auteur encadre l'évolution et les relativités des mondes et des forces qui les régissent, dans les différents milieux matériels : *cosmogène*, *ultra-éthérique*, *éthérique* et *atomique*.

André Longuet. — L'ORIGINE COMMUNE DES RELIGIONS. — Un vol. de VI-136 pages (16 × 26). — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 9 francs.

Extrait de l'Avant-propos : « Ceci est une œuvre posthume. Le manuscrit en fut trouvé dans les papiers d'André Longuet lorsque la mort eut interrompu sa brillante carrière d'ingénieur.

Le manuscrit n'a subi aucune correction. Seul le titre a été modifié. André Longuet avait écrit : *L'Origine des Religions*. Il a paru bon de renseigner le lecteur dès le seuil sur le caractère synthétique de l'ouvrage, afin que l'on ne prît pas pour une fantaisie cette lumineuse démonstration d'une théorie neuve et séduisante ».

J.-H. Rosny aîné. — LES SCIENCES ET LE PLURALISME. — Un vol. in-16, de la Nouvelle Collection scientifique, dirigée par M. Emile Borel. — Paris, Alcan, 1922. — Prix : 8 francs.

Note de l'éditeur :

Il y a, entre le pluralisme intégral de M. J.-H. Rosny aîné et le pluralisme banal, qui remonte, comme le monisme et le dualisme, à la plus haute antiquité, la même différence qu'entre le relativisme ancien et le relativisme moderne : d'ailleurs le relativisme n'est qu'un corollaire du pluralisme.

On trouvera dans ce volume des idées personnelles sur l'énergie, la substance, le changement, les espaces interstellaires, la cosmogonie, etc.... Dans un temps où les idées se transforment si rapidement, où l'absurde d'hier devient le rationnel d'aujourd'hui, il faut se garder de juger hâtivement un tel ouvrage, fruit de longues années de travail et de méditation, il faut le lire avec attention : ce ne sera pas du temps perdu.

Le Comportement Animal

L'insuffisance fondamentale de la théorie des tropismes

On nomme tropismes (1), en Botanique, une attraction ou une répulsion exercée par un agent extérieur (lumière, chaleur, humidité, etc...) sur certaines parties d'un végétal en voie de croissance. Personne n'ignore en effet, que lorsque, par exemple, un pot de géranium est conservé dans un appartement éclairé par une seule fenêtre, les tiges de cette plante s'incurvent, en poussant, vers la fenêtre : c'est, dit-on, l'effet du phototropisme positif. Un haricot, placé en terre, émet, lorsqu'il germe, d'abord une racine qui s'enfonce selon la direction verticale : géotropisme positif, et une tige qui s'élève en sens inverse : géotropisme négatif.

Il y a sans doute des milliers d'années que des phénomènes de ce genre ont été observés pour la première fois ; il n'y a pas cent ans que les botanistes les nomment tropismes, et il y a trente ans environ que Jacques Loeb, naturaliste allemand américanisé, a tenté de les transposer du monde végétal dans le monde animal, en essayant d'établir une théorie biologique qu'on peut résumer à peu près en ces termes : Les mouvements d'un animal et leur direction, en un mot son comportement, sont, à un moment donné, la résultante mécanique des divers tropismes qu'il subit à ce moment.

(1) Du grec τρέπειν, tourner vers.

Voici, par exemple, une chenille de Bombyx cul-brun *(Leucoma phaeorrhaea Donovan)*. En hiver, ses bourses d'un blanc grisâtre sont accrochées aux fourches des branches d'arbres fruitiers et remplies d'une quantité considérable de minuscules sujets. Au premier soleil du printemps, ces chenilles s'échappent de leurs quartiers d'hiver et montent en rangs serrés vers les jeunes bourgeons des arbres, qu'elles se mettent à dévorer. Le public s'imagine que ce qui les pousse vers les bourgeons c'est la faim. Loeb n'est pas de cet avis. Elles y montent, dit-il, poussées *a tergo* par le géotropisme négatif et attirées par phototropisme positif, vers le côté le plus éclairé de l'arbre. Et ces deux forces mécaniques, poussée géotropique et attraction phototropique, sont également impératives.

Cette théorie des tropismes chez les animaux n'est pas exclusivement scientifique. Nous voulons dire qu'à des faits qui ressortissent au domaine anatomique et physiologique, elle ajoute une interprétation philosophique basée sur le Mécanisme intégral. Si elle a bénéficié d'une vogue, qui d'ailleurs s'affaiblit considérablement, c'est moins en raison des expériences sur quoi elle s'appuie que de l'hypothèse philosophique qu'elle prétend élever à la dignité de thèse. Qu'un grand nombre de naturalistes (600 environ, à notre connaissance) lui aient accordé leur confiance, cela montre qu'on peut être un excellent observateur, habile à discerner des détails microscopiques, et, en même temps, se trouver incapable de saisir ce qu'une théorie spéculative cache de sophismes. Cela fait voir aussi que, même chez les intelligences les plus loyales et les plus indépendantes, l'esprit humain est moutonnier et qu'il suffit que décrète un savant de l'incontestable envergure de Loeb, pour qu'une foule de disciples s'inclinent devant le *Magister dixit*.

Je me hâte d'ajouter que la tendance à la fois généralisante et matérialiste de la théorie des tropismes

animaux offrait à beaucoup une particulière séduction. Sa prétention est, en effet, de donner la clef du comportement de tous les animaux, y compris l'homme, à tous les moments de leur existence, sous la forme d'une formule unique, applicable également au comportement des végétaux et qui préside aussi aux destinées de la matière brute, formule simple, précise, facilement compréhensible et ne souffrant pas d'exceptions : *Il n'y a, de par l'Univers, que des réactions physico-chimiques*.

C'est prétendre résoudre en une phrase tout le problème de la vie, donner une réponse à la question la plus obscure et assurément la plus intéressante qui puisse se poser aux philosophes aussi bien qu'aux naturalistes.

Qu'est-ce que la vie ? Selon l'opinion traditionnelle, quelque chose d'intraduisible dans le langage, comme l'atmosphère l'est à la main, et qui, pourtant, accuse sa présence, c'est-à-dire son existence, par ses effets : spontanéité des mouvements, *vita in motu*, faculté d'autopréservation, maintien d'éléments matériels en groupements individuels de dimensions déterminées, individualisation s'élevant chez l'homme jusqu'à la personnalité. Devant le problème qu'elle pose et devant ceux qu'elle résout, il faut admettre comme une évidence que la vie est quelque chose de plus que de la matière, et le moins qu'on puisse dire est que les réactions chimiques vitales sont des réactions qui prennent conscience d'elles-mêmes. Terme impropre incontestablement, puisque cette conscience peut n'être point perçue comme sensible, ainsi qu'il est probable qu'il arrive chez les plantes, mais terme qui pourtant approche de la vérité, puisqu'il signifie que, même sans s'en rendre compte, le vivant est une entité *unifiée* par la solidarité des éléments chimiques qui le composent.

A Loeb, l'idée que la molécule de protéine morte puisse différer de la molécule de protéine vivante paraît monstrueuse. La vie n'est pour lui, qu'une des formes

de l'énergie de la matière : elle appartient entièrement au domaine de la physico-chimie. Les conclusions qu'il formule dans l'exposé de sa théorie ne sont pas les résultats sortis p u à peu des limbes de l'inconnu au prix de longues et patientes recherches. Elles antécédaient leurs preuves. Loeb s'est, à maintes reprises, flatté de les porter en son esprit dès 1889, avant donc d'en avoir expérimenté la valeur. Sa conviction est d'origine philosophique et non expérimentale : c'est sa faiblesse du point de vue des sciences exactes et elle affaiblit dans leur racine ses propres expériences. Car, autant une hypothèse éprouvée avec circonspection peut être fructueuse pour l'avancement des connaissances humaines, puisqu'elle est une directive dans les recherches entreprises, autant une thèse préconçue, dans laquelle, plus ou moins consciemment, le chercheur s'efforce d'emboîter des observations expérimentales, est un instrument dangereux. Surtout en matière de sciences naturelles, dont les objets d'étude, éminemment plastiques, sont susceptibles de se plier aux intentions du manipulateur, un temps du moins, quitte à rebondir au moment où il ne s'y attend pas, pour protester contre les compressions subies et infliger un démenti à ses affirmations.

Loeb est parti de ce principe (1) : « *Une conception mécanique de la vie n'est complète que si elle comporte une explication physico-chimique des phénomènes psychiques* » (p. 43).

Dès ici nous l'arrêtons en lui disant : Sans doute, mais qui prouve que toute l'explication de la vie soit contenue dans une conception mécanique ? *A priori*, rien. Une conception mécanique de la vie n'en est qu'une entre plusieurs autres, parmi lesquelles se dresse une conception spiritualiste qu'il serait au moins conve-

(1) *La Conception mecanique de la Vie*. Trad. par H. Mouton. Paris, Alcan, 1914.

nable de signaler, ne fût-ce qu'en raison des longs services qu'elle a rendus. On ne fait pas impunément table rase d'une entité aussi importante que la vie sans donner les raisons qui militent contre elle. Le sarcasme ne saurait suffire à justifier cette attitude anarchique, et bien que l'épithète de *vitaliste* soit, paraît-il, la suprême injure qui se puisse adresser à un naturaliste, le vitalisme fut trop longtemps en honneur, même chez des savants libérés de toute préoccupation religieuse, pour mériter de n'être point traité par le mépris.

« *Il m'a semblé*, continue Loeb, *qu'il serait possible de découvrir les lois physico-chimiques qui régissent les mouvements en apparence irréguliers des animaux, et que les mots « volonté animale » n'expriment que notre ignorance des forces qui imposent aux animaux la direction de leurs mouvements en apparence spontanés, d'une manière aussi rigoureuse que la gravité impose aux planètes leurs mouvements.* » Remarquons, en passant, que c'est se faciliter singulièrement la discussion que de prêter à des adversaires des arguments très faibles qu'ils ne professent pas. Que Loeb ait trouvé chez quelque naturaliste sérieux l'emploi, sérieusement fait, des mots « volonté animale », ceci a de quoi nous surprendre. Nous ne croyons pas qu'aucun de ceux-ci imagine le comportement d'un animal autrement que *déterminé*. Volonté suppose nécessairement liberté, et personne d'entre nous, si réactionnaire soit-il, ne saurait considérer quelque animal comme libre, puisque ce serait lui reconnaître l'exercice d'un choix nécessitant un jugement qui nécessiterait lui-même l'intelligence, que précisément nous refusons en ce monde à tout autre être qu'à l'homme.

Il y a plusieurs façons de comprendre le mot *déterminé*. Les différences de sa compréhension viennent, non du mécanisme lui-même de l'opération qu'il représente, qui est très clair : obligation pour le déterminé de

suivre la trajectoire imposée par le déterminant, mais *par la manière* dont le déterminant s'impose au déterminé.

Je jette un chien par la fenêtre. Sa chute est déterminée de telle façon que l'animal la subit entièrement, comme la subirait une pierre lancée dans l'espace. Je place ce chien devant un morceau de viande. Le mouvement du chien vers la viande est déterminé par l'attraction exercée sur lui par la viande ; mais, même s'il est affamé, l'animal ne se précipitera pas sur l'aliment si, par exemple, je le menace d'un coup de cravache. Cette attraction d'origine externe n'est donc pas purement mécanique dans ses effets, puisqu'elle est inhibée par la crainte, c'est-à-dire par le sens de l'intérêt. Ce geste d'arrêt du chien devant la viande qui le tente est-il un acte de volonté ? Assurément non, car si le chien est capable de vouloir quelque chose, à ce moment, *il veut* certainement manger la viande. Il n'y a donc là que suspension de l'effet mécanique de l'attraction par une cause d'origine non mécanique.

Ceci nous suffit pour nous faire voir clairement que la vie n'est pas faite de réactions physico-chimiques brutalement impératives. Que les mouvements de l'animal soient toujours déterminés n implique donc pas que le moteur qu'il porte en lui soit nécessairement matériel. Le moteur est en dehors de la matière, puisqu'il peut être « grippé » par tout autre chose qu'une réaction physico-chimique. Quand donc Loeb prouverait que tel animal suit, sous l'influence de tel stimulus, une direction déterminée, que telle chenille rampe vers la lumière et tel escargot vers l'ombre, même d'une façon habituelle, comme une plume d'acier se précipite sur un aimant, comme les astres gravitent dans l'espace, en quoi cela prouverait-il que ces animaux ne portent pas en eux un principe de spontanéité, et que la vie est réduite à une somme de réactions physico-chimiques ?

C'est à la seule observation de la *direction* des mouvements des animaux que se tient d'ailleurs cet auteur. « *La solution du problème de la volonté*, écrit-il, *consiste à trouver les forces qui déterminent les mouvements des animaux et à découvrir les lois selon lesquelles ces forces agissent. Il faut donc obliger, sous l'influence d'agents externes, un certain nombre d'individus d'une espèce animale donnée à se mouvoir avec leur appareil locomoteur « dans une direction donnée* » (1).

On voit ici passer le bout de l'oreille. Par un geste de prestidigitation habile, le problème du comportement d'un animal est limité à la détermination de la *seule direction* de ses mouvements ; et, qui plus est, sous l'influence des *seuls agents externes*. Et pourquoi donc les agents externes suffiraient-ils à influencer l'appareil locomoteur de l'animal ?... Est-il prouvé que des agents d'origine interne n'y interviennent pas? Qu'on les écarte après discussion si leur présence n'est pas décelée, soit, mais du moins qu'on les discute ! Et tant que ne sera pas obtenue la certitude absolue qu'ils n'existent pas, qu'on tienne compte de leur présence possible !

En résumé, voici un expérimentateur dont nous savons qu'avant de commencer ses recherches expérimentales sur le comportement des animaux, il *veut prouver* une idée philosophique qui lui plaît, et qui, lorsqu'il est sur le point de les entreprendre, déclare qu'il laisse de côté les causes du mouvement, et la moitié possible des causes occasionnelles susceptibles de déterminer sa direction. Et, dans le même moment, il nous affirme avec gravité que ses expériences donneront *la solution scientifique* de tout le problème. Il abuse un peu, ce nous semble, de notre ingénuité. Et il dépasse les bornes des interpolations permises quand il écrit des phrases comme celle-ci : « *Permettez-moi d'ajouter quelques remar-*

(1) *Ouvrage cité*, page 45.

ques relatives à l'application possible des recherches sur les tropismes... La plus haute manifestation de l'éthique, je veux dire, l'acte d'êtres humains sacrifiant leur existence pour une idée, ne peut se comprendre ni du point de vue utilitaire, ni du point de vue de l'impératif catégorique. Il serait possible que, sous l'influence de certaines idées il se produisît des modifications chimiques, par exemple des sécrétions internes dans le corps, capables d'accroître la sensibilité à certaines excitations à un degré tellement inaccoutumé que l'homme devienne l'esclave de ses excitations, exactement comme les copépodes le deviennent de la lumière quand on ajoute de l'acide carbonique à leur eau » (1). Assimiler l'action de l'acide carbonique sur la direction de marche d'un copépode et l'action de l'héroïsme sur le moral d'un combattant, produit une phrase dont le parallélisme littéraire ne fait que souligner la valeur paradoxale. Elle peut amuser un instant des esprits légers ; elle ne saurait retenir l'attention d'un naturaliste sérieux.

Cette action du tropisme sur l'animal, comment Loeb l'imagine-t-il ?

Il l'imagine. Ses explications, qui volontiers prennent apparence de dogmes, ne sont que des hypothèses nouvelles dont il se sert pour étayer son hypothèse fondamentale de « la conception mécanique de la vie ».

« Deux facteurs gouvernent les mouvements de progression des animaux, l'un est la structure symétrique de l'animal, l'autre l'action photochimique de la lumière... Une masse de faits, dès maintenant considérable, nous donne le droit d'admettre que l'action directrice exercée par la lumière sur les animaux et les plantes est, en dernière analyse, due au fait que la vitesse de certaines réactions chimiques, dans les cellules de la rétine ou dans d'autres régions photosensibles des organes, est

(1) *Ouvrage cité*, pp. 82 et 83.

modifiée par la lumière... Le second facteur est la structure symétrique de l'animal... Mon opinion est que cette symétrie existe au sens chimique aussi bien qu'anatomique, c'est-à-dire que les régions symétriques du corps sont chimiquement identiques et ont le même métabolisme, tandis que les régions non symétriques sont chimiquement différentes et ont, en général, un métabolisme quantitativement et qualitativement différent... Si une quantité inégale de lumière tombe sur les deux rétines, les réactions photochimiques dans celle qui reçoit le plus de lumière sont plus rapides que dans l'autre. Il en est naturellement de même pour chaque paire d'éléments symétriques des surfaces photosensibles. Nous pouvons donc conclure que lorsque deux rétines (ou d'autres parties symétriques) sont éclairées avec une intensité inégale, des processus chimiques d'intensité pareillement inégale se produisent dans les deux nerfs optiques (ou les nerfs sensoriels des deux parties éclairées). Cette inégalité des processus chimiques se transmet des nerfs sensitifs aux nerfs moteurs et éventuellement aux muscles qui en dépendent. Nous en concluons qu'avec une illumination égale des deux rétines les groupes symétriques des muscles des deux moitiés du corps doivent recevoir des excitations chimiques égales et, par suite, atteindre un égal degré de contraction, tandis que, quand la vitesse de réaction est inégale, les muscles symétriques d'un côté du corps sont mis en action plus fortement que du côté opposé. Le résultat d'une telle inégalité d'action des muscles symétriques des deux côtés du corps est un changement dans la direction des mouvements de la part de l'animal » (1).

Il y a un reproche qu'on ne peut assurément pas faire à J. Loeb, celui de ne pas exposer clairement ses idées.

Cette longue citation peut se résumer en ces termes :

(1) *Ouvrage cité*, pp. 47-48-49.

1° La lumière agit chimiquement sur les cellules photosensibles qu'elle atteint ; 2° Cette action chimique a pour résultat une contraction des muscles en relation avec les cellules photosensibles ; 3° Cette contraction de certains muscles, tandis que les muscles symétriques ne se contractent pas, a pour résultat une incurvation de l'animal du côté contracté ; 4° Cette incurvation a pour résultat d'imposer à l'animal la direction de son mouvement.

Tout cela se tient admirablement. En théorie du moins, ou à condition que le lecteur bénévole fasse quatre actes de foi successifs.

Loeb dit d'abord que la lumière agit chimiquement sur les cellules photosensibles qu'elle atteint. C'est la majeure du syllogisme qu'il pose. Or, cette majeure, si claire soit-elle en apparence, n'est pas aussi bien assise qu'elle le semblerait au premier abord.

Que la lumière agisse chimiquement sur des cellules photosensibles, et même, dit l'auteur, sur toute autre (1), *concedo* et *distinguo*. Loeb, qui fait grand état de cette action chimique de la lumière sur des cellules photosensibles est pourtant obligé de reconnaître que tantôt la lumière augmente la tension musculaire et que tantôt elle la diminue. « *Pourquoi*, écrit-il, *la lumière peut produire ces deux effets, nous ne le savons pas encore* » (2). Le fait n'est pas douteux et a été dûment constaté. Walter, par exemple, a écrit (3) : « Le comportement des Planaires est très variable. Le degré de locomotion des mêmes individus varie jour par jour, même dans des conditions identiques ». Bohn, disciple de Loeb, n'hésite pas à dire (4) : « Dans mes nombreuses recher-

(1) *Op. cit.*, p. 47.

(2) *Ibid.*, p. 51 en note.

(3) *The reactions of Planarians to light.* J. Exp. zool. V, 2, page 309, 1907.

(4) *Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée*, Inst. gén. Psych. I, p. 15, 1908.

ches sur le phototropisme, il ne m'est pas encore arrivé de rencontrer un animal qui présenterait un phototropisme de signe constant ». Et Buddenbrock, à la fin d'un long travail sur le comportement des escargots, laisse tomber cette réflexion mélancolique (1) : « Les escargots sont extraordinairement variables, de sorte que l'on ne peut jamais prouver que des conditions déterminées règlent le genre de réactions de toute l'espèce : elles ne valent que pour l'individu isolé ».

Remarqnons que ces deux effets de la lumière sur des cellules que constate Loeb sont non seulement contraires, mais *contradictoires*. Ce même facteur physico-chimique produit, en présence de facteurs identiques, tantôt une oxydation et tantôt une réduction. Il serait intéressant de savoir ce que les chimistes pensent d'un tel phénomène. Nous, profanes, nous nous demandons pourquoi, si l'animal n'est qu'une cornue à réactions, ces réactions s'opèrent différemment, non seulement d'un animal à un autre de la même espèce, mais dans le même animal, suivant les moments considérés. Puisque ces variations se produisent, toutes conditions externes égales, il faut donc admettre que, dans la détermination du geste d'avance ou de recul de l'animal, un facteur interne entre en jeu en même temps qu'un ou des facteurs externes. Et comme Loeb prétend ici établir une loi de la direction des animaux fondée sur les *stimuli* externes, il doit reconnaître que la base sur laquelle il la fait reposer est singulièrement branlante.

Mais voyons ce que valent les mineures de l'argument loebien.

Or, dit Loeb, la différence de rapidité des réactions chimiques se transmettra des nerfs optiques aux nerfs moteurs et aux nerfs qui en dépendent, d'où résultera

(1) *Versuch einer Analyse der Lichtreactionen der Heliciden*, Zool. Jahrb., Abt. Zool. und Phys., Bd 37, page 347, 1920.

une contraction inégale des muscles symétriques du corps.

L'axe sur lequel tourne cette affirmation est la symétrie, chimique en même temps qu'anatomique, de l'animal. « *L'anatomie grossière de l'animal nous révèle sa symétrie morphologique* », écrit Loeb. L'anatomie grossière, oui ; l'anatomie fine nous donnerait peut-être des révélations moins nettes. Sans chicaner sur ce détail, constatons seulement que, même dans les animaux à symétrie bilatérale, il y a des organes asymétriques, ceux qui sont uniques, comme le foie, ou la rate, et aussi quelques autres, ne fût-ce par exemple que le système circulatoire, artériel ou veineux, de l'homme. A ceci Loeb répondrait qu'il ne parle que de la symétrie des organes locomoteurs, puisqu'il ne traite que de mouvements. Soit ! Admettons donc que les animaux soient construits de telle sorte qu'il y ait symétrie parfaite, morphologique et chimique, entre leurs organes photosensibles d'une part, et leurs organes locomoteurs, d'autre part. Il reste à prouver que l'action chimique produite par la lumière sur les premiers se transmet aux seconds de façon à occasionner des réactions chimiques dont la résultante sera la contraction des muscles de ceux-ci. Quelles preuves nous en donne Loeb ? « *Une masse de faits dès maintenant considérable* ». Ces faits sont les constatations que des animaux recherchent la lumière et que d'autres s'en écartent. Des animaux, oui. Tous les animaux, non. Une masse de faits beaucoup plus considérable que ceux qu'invoque Loeb nous fait voir qu'un très grand nombre d'animaux, qui pourtant ont des yeux et s'en servent, ne sont pas influencés impérativement par la lumière : ils ne la fuient ni ne la recherchent, elle paraît les laisser indifférents quant à la détermination de leur direction de marche. Et même si *tous* les animaux subissaient, dans leur progression, l'action photique, quelle signification ce comportement aurait-il

au point de vue de l'origine chimique de leurs mouvements, tant que ne seront pas mis en évidence les rapports entre les réactions rétiniennes et les réactions musculaires des organes locomoteurs ? Qu'une nageoire, une aile ou une patte s'agite quand un rayon lumineux frappe son possesseur, cela ne prouve pas du tout que la lumière soit directement la cause chimique de cette agitation. Loeb dit : La lumière oblige, je le constate, telle chenille à se porter vers la source lumineuse. Donc ce qui se produit à cette occasion dans ses cellules visuelles a une répercussion chimique sur les muscles ambulatoires. Donc la lumière l'*attire* mécaniquement. Qui nous empêche de dire : Cette chenille va vers la source lumineuse. Donc *elle recherche* la lumière. Donc cet animal subit un attrait d'origine physiologique ?

Loeb dira qu'il ne peut démontrer l'enchaînement des réactions, qui se déterminent l'une l'autre, de la cellule visuelle à la cellule locomotrice, à cause de la complexité des phénomènes, impossibles à observer sur le vivant. Cette complexité ne nous oblige-t-elle pas à la plus grande circonspection ? Et pourquoi considérerions-nous, en définitive, l'animal comme victime des forces externes, aussi longtemps que nous pouvons légitimement penser qu'il en est le bénéficiaire ? Car (et nous ne voulons qu'amorcer aujourd'hui cette objection grave à la théorie des tropismes), dans la conception mécanique de la vie, les intérêts les plus essentiels du vivant sont complètement laissés de côté. Une chenille de *Leucoma phaeorrhaea* va, selon Loeb, vers la lumière, attirée par le seul phototropisme positif. Il se trouve qu'elle y rencontre les bourgeons d'arbre dont elle se nourrit. C'est un hasard heureux ; mais ce n'est qu'un hasard. Rien dans la nature, ne serait organisé pour nourrir un être vivant, si ce n'est son tube digestif qui réclame de la nourriture. L'animal est condamné à mort dès sa naissance, si les tropismes ne le conduisent pas accidentelle-

ment vers quelque table mise. L'âne de Buridan n'est pas un mythe : il est la triste victime de deux tropismes exerçant sur lui des tractions égales et de sens contraires qui le maintiennent dans une immobilité mortelle entre ses deux picotins d'avoine.

Nous avons raisonné avec Loeb dans le cas de symétrie bilatérale. Mais à supposer que le problème soit résolu pour les animaux construits sur ce type, qu'advient-il dans les cas d'animaux à symétrie radiale ? Qu'en sera-t-il, par exemple, d'une étoile de mer sur laquelle la lumière exerce une répulsion tropique, si elle est frappée par un rayon lumineux en un seul point photosensible de son corps ? Quels seront les muscles sur lesquels retentira chimiquement le *stimulus* ?... Elle n'a pas de point symétrique à celui-là, ou elle en a trop. En mettant les choses au mieux, quatre contractions musculaires s'opéreront en elle, deux à droite de l'axe momentané de symétrie par rapport au point touché, deux à gauche. La conséquence sera-t-elle donc l'immobilité du sujet (1) ?...

Jennings, le plus notable adversaire de Loeb, a fait à la théorie des tropismes une très grave objection : il lui reproche de considérer les animaux comme des substances et non comme des individualités. Nous avons noté ailleurs (2), que les expériences tropiques ont été le plus souvent faites sur des Protozoaires chez lesquels substance et individualité sont bien près de se confondre. Les conclusions obtenues pour ces animaux sans complications organiques, et spécialement sans système nerveux, furent parfois étendues, peut-être sans vérification critique suffisante, aux Métazoaires.

(1) Voir l'exposé de ces vues et comment la sélection pourrait expliquer le maintien des espèces animales victimes de leurs tropismes, dans le remarquable ouvrage de L. Cuénot, *La Genèse des Espèces animales*, 2e éd. Paris. Alcan. 1921.

(2) *Les Tropismes dans le comportement animal.* Nancy, Wagner, 1921.

Or, les Métazoaires ont, dès les Échinodermes, un système nerveux, au moins rudimentaire. C'est un fait. Et c'est une vraisemblance que ce système nerveux leur est de quelque utilité. Quel est, dans la théorie loebienne, le rôle qui lui est concédé ?

Ce rôle est de si petite importance qu'on a pu accuser Loeb de n'en pas tenir compte. Les centres nerveux sont un détour sans intérêt physiologique qu'accomplissent les ébranlements chimiques pour se rendre des yeux aux organes locomoteurs, car le cerveau, ou ce qui en tient lieu, n'exerce aucune juridiction sur ces ébranlements. Comme ce détour pourrait être évité sans aucun inconvénient pour le résultat final, la Nature se conduit ici comme si elle ignorait que la ligne droite est le plus court chemin d'un point à un autre. Bohn a tenté, avec plus de bonne volonté que de succès, de montrer que Loeb ne dédaignait pas le système nerveux ; il reconnaît d'ailleurs que, selon cet auteur, son intervention n'est pas nécessaire dans le comportement animal. On comprend que, dans ces conditions, les partisans des tropismes chez les animaux se soient attardés aux animaux d'organisation inférieure et n'aient pas osé s'en prendre aux animaux supérieurs : aucun d'eux n'a parlé de tropismes de l'homme, ni de ceux des mammifères, ni de ceux des oiseaux ; quelques-uns seulement ont examiné avec prudence ceux des reptiles.

Résumons-nous.

La théorie loebienne des tropismes chez les animaux se présente comme une construction d'aspect monumental, solidement bâtie dans une architecture stylisée. Mais ses fondations reposent sur une hypothèse, la conception mécanique de la vie, et à la regarder de près, on s'aperçoit qu'elle est appareillée avec d'autres hypothèses encore : action impérative des *stimuli* tropiques, retentissement exclusivement chimique de ces *stimuli* dans l'organisme, réduction à zéro du pouvoir d'inter-

férence de l'influx nerveux par les centres, etc... Destinée à recevoir tous les animaux, elle en voit un très grand nombre se refuser à y entrer. Ils ont raison, la bâtisse manque de solidité.

Il serait peut-être discourtois de rappeler que Jennings (1) a prétendu qu'elle était construite avec « une tactique d'autruche ». Il nous suffit de constater que c'est un colosse aux pieds d'argile.

MAURICE MANQUAT,
Docteur ès sciences naturelles.

(1) *Diverse Ideals and divergent conclusions in the study of behaviour in lower organisms.* AM. J. PSYCH., XXI, page 19, 1910.

La guerre sous-marine

L'importance exceptionnelle prise par la guerre sous-marine de 1914 à 1918 trouve sa raison d'être dans la disproportion des forces navales belligérantes. La présence invisible de la « Grand Fleet », cuirassés, croiseurs, éclaireurs, dans un port quelconque de la mer du Nord, obligeait les escadres allemandes à ne pas quitter l'abri de la terre, de peur d'être écrasées en un petit nombre de rencontres.

Cependant les Alliés, maîtres de la mer, tiraient leur ravitaillement d'Amérique ou des colonies. Les Empires centraux, bloqués, n'avaient à leur disposition que les armes de surprise, les engins cachés échappant aux vues des bâtiments de surface. Poussée avec activité, la guerre sous-marine fut d'abord une gêne ; un moment, en 1917, elle constitua une menace ; dès avant l'armistice, le péril était pratiquement conjuré.

Il nous a paru opportun de dire quelques mots des instruments principaux de cette lutte, la mine et la torpille, et des bâtiments qui en permirent l'utilisation. S'ils n'étaient pas une nouveauté, jamais leur emploi n'avait à ce point été généralisé dans la guerre navale.

L'arme principale des navires de combat était le canon, de très gros calibre afin d'avoir raison des cuirasses épaisses. Mais de tout temps la partie vulnérable d'un vaisseau, quelle que soit sa taille, a été, et reste encore la carène, la portion immergée de la coque. Une blessure faite en dessous de la ligne de flottaison assure l'intervention de la mer ; c'est la diminution de la flotta-

bilité, de la stabilité, et si les moyens d'épuisement dont on dispose ne peuvent surmonter l'envahissement par l'eau, un coup heureux aura suffi pour faire chavirer ou sombrer la plus puissante unité navale.

L'obus atteint difficilement une carène. Les coups bien ajustés sont arrêtés par la cuirasse de ceinture, qui descend à une profondeur suffisante pour cela ; les coups tirés trop courts, avec les trajectoires tendues des canons à grande vitesse initiale ricochent et sont inefficaces.

Nos ancêtres utilisaient l'éperon, cette pointe d'acier incorporée à l'étrave, qui permettait de lancer une galère ou un vaisseau comme un bélier dans le flanc de l'adversaire et de l'éventrer, grâce à la force vive provenant de la masse de l'abordeur plutôt que de sa vitesse.

L'éperon, dans une guerre moderne, avait donné à l'amiral autrichien Tegethoff la victoire de Lissa en 1866. Mais les canons actuels de 34 ou 38 centimètres interdisent le combat à petite distance, où leurs coups seraient mortels. L'éperon a disparu des constructions navales.

Une charge d'explosif bien placée, 150 ou 200 kil., suffit, malgré le compartimentage, à couler un cuirassé de 30.000 tonnes.

L'explosif

L'explosif, on l'a.

La France chargeait ses torpilles avec du coton-poudre. Il présente des avantages de préparation et de stabilité.

La confection du coton-poudre est simple : on trempe le coton dans un mélange de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'acide azotique. Tous les laboratoires de physique en ont fabriqué, ne serait-ce que pour fournir aux sacristains des grandes églises la mèche qui allume rapidement les girandoles des jours de fête. Le coton-poudre est dangereux quand il est comprimé et sec. Mais humecté d'eau à 30 % il se laisse facilement travailler. On le hache en menues particules, on le com-

prime et on le moule en gâteaux épousant la forme de l'engin qui le renfermera. Humide, cet explosif est stable et sans danger : il ne brûle pas facilement, et ne détone pas au choc, même violent, si l'on n'introduit dans sa masse un amorçage composé de coton-poudre sec et d'une capsule de fulminate de mercure.

Cette sécurité de l'explosif est fort appréciée dans la marine : on sait les accidents qui se sont produits un peu dans tous les pays par suite de l'instabilité de poudres dans la fabrication desquelles intervient un dissolvant volatil (éther). En temps de paix ou d'immobilisation prolongée on peut garder à bord séparément les charges de coton-poudre humide, isolées des amorçages et des charges sèches, et l'on réduit ainsi considérablement les chances d'accidents graves.

Les Allemands avaient renoncé cependant à cette pratique pour armer leurs torpilles d'une matière explosive moins stable, mais plus puissante à quantité égale que le fulmi-coton humide. Leurs engins contenaient de la tolite (ou trinitrotoluol) coulée à même dans le métal des récipients. Ils ont obtenu ainsi certainement des résultats meilleurs au point de vue essentiel, celui de l'importance des avaries causées par l'explosion. Aussi les Autrichiens disaient que les torpilles françaises étaient chargées de « coton hydrophile ». Ils ne pouvaient en dire autant de nos obus, pour lesquels le chargement par fusion de l'explosif est depuis longtemps employé.

L'explosif choisi, il faut l'utiliser.

Le problème se ramène à faire détoner la charge au contact de la carène ennemie. Mais la profondeur n'est pas indifférente. Trop près de la surface de la mer, les gaz produits par l'explosion ne rencontreront pas une résistance suffisante, se dépenseront en une énorme bulle, en une gerbe d'eau projetée plus ou moins haut. Dès que l'épaisseur de la couche liquide atteint une certaine valeur, l'incompressibilité de l'eau produit l'effet d'un

« bourrage » énergique. Les gaz se détendront du côté de la coque du navire, qui offre une résistance moindre. Le bourrage est excellent à partir de 3 mètres de profondeur. Donc pour les seuls petits bâtiments à faible tirant d'eau on adoptera par nécessité une valeur moindre. Torpilles et mines destinées aux gros navires de surface seront réglées à 3, 4, 6 mètres d'immersion. Les mines des barrages pour sous-marins en plongée éclateront encore plus bas, 9 mètres, 10 mètres ou davantage.

Comment l'engin atteindra-t-il le navire ?

Torpilles fixes

On peut envisager d'abord le cas le plus simple : celui où la torpille est immobile, et où le bâtiment vient à sa rencontre. Cette solution n'est pas chimérique, même en pleine mer où les routes sont très variées. Dans bien des occasions l'itinéraire du croiseur ou du cuirassé peut être connu à l'avance, notamment si le vaisseau doit franchir des passes étroites pour entrer dans un port, ou traverser une zone délimitée par des accidents naturels ou artificiels.

Si nous voulons interdire à l'ennemi l'accès d'une de nos propres rades, les mesures devront être prises pour laisser à nos bateaux la faculté d'y pénétrer ou d'en sortir librement. On fera choix d'un engin, non pas capable de discernement, mais ne fonctionnant que sous l'impulsion de guetteurs intelligents. Ce sont les torpilles dites fixes, ou encore dormantes, par opposition aux vigilantes dont nous parlerons plus loin. Immergées aux points choisis, elles sont reliées à la terre par un circuit électrique assurant la mise de feu en temps utile.

La torpille fixe doit plonger assez profondément dans l'eau pour que les plus gros cuirassés amis ne risquent pas de la heurter. D'ordinaire elle repose sur le fond, pourvu que les passes à garnir n'aient pas plus de 12 à 15 mètres

d'eau. Cette mine n'agit pas au contact de la carène, mais transmet son ébranlement à travers une couche liquide de plusieurs mètres ; d'où nécessité d'une charge extrêmement puissante, plusieurs centaines de kil.

Généralement ces engins sont disposés suivant une ou plusieurs lignes droites en travers du passage, et à une distance calculée pour que l'explosion de l'une ne fasse pas sauter les voisines. Reste à assurer la mise de feu de celle des torpilles au-dessus de laquelle se trouve l'ennemi. Pour cet objet, le circuit électrique qui, fermé, enflammera le détonateur à fulminate de mercure, traverse deux postes de surveillance, dits postes de visée. L'un de ces postes est transversal, placé à terre dans le prolongement de la ligne des torpilles. Son commutateur ferme d'un seul coup le circuit de la ligne entière. Le guetteur l'actionnera quand un ennemi traversera le champ de sa lunette fixe.

Le second poste vise au contraire, suivant l'axe de la passe, la direction suivie par l'assaillant. La lunette du veilleur est mobile autour d'un axe vertical, et le pied de l'instrument ferme automatiquement le circuit de la torpille que la route prolongée du navire devra rencontrer. Donc la vigie du poste de direction assure mécaniquement la fermeture du circuit d'une seule torpille. Dès qu'elle a braqué son objectif sur un bâtiment, une torpille et une seule est prête. Le guetteur du poste transversal agissant à son tour, la torpille mouillée au croisement des deux lignes de visée sautera. Le fait que certains ports européens étaient ainsi garnis de mines dormantes fut révélé en temps de paix par plusieurs accidents, notamment, si nos souvenirs sont exacts, par une ou des explosions dues à des orages fermant le circuit intempestivement.

Mais, à notre connaissance, aucune de ces torpilles de fond n'a eu à fonctionner pendant la guerre, les forcements des passes n'ayant été tentés qu'aux Dardanelles,

où la profondeur trop grande ne permettait pas l'emploi de semblables appareils.

Si la torpille dormante reste en sommeil, jusqu'à ce que les guetteurs manœuvrent leurs commutateurs, les torpilles vigilantes, elles, sont toujours prêtes à agir. De là leur nom. On les immerge entre deux eaux au niveau et à l'écartement voulus pour que tout navire de tirant d'eau déterminé vienne à heurter l'une d'elles s'il tente de franchir la zone qu'elles défendent. Cette région est interdite dès lors aussi bien aux alliés qu'aux adversaires. Les torpilles vigilantes, plus connues sous le nom de *mines sous-marines*, ont été abondamment utilisées pendant la récente guerre dans l'un et l'autre camp. Les marins les connaissaient et avaient appris depuis longtemps à les redouter.

Au fond, bien des machines infernales anciennes, bien des brûlots chargés de poudre et lâchés au vent d'une flotte immobile étaient basés sur un principe tout semblable. La mine elle-même avait joué un rôle dans la guerre russo-turque de 1877. Plus récemment encore Russes et Japonais, Japonais surtout, en avaient en 1904 et 1905 infesté les mers de l'Extrême-Orient. Le cuirassé amiral de Makharoff, le *Pétropavslotsk* avait sauté de cette manière, et bien d'autres navires de combat ou de commerce avant et après lui.

Il existe plus d'un modèle de mine automatique, mais peu différents quant aux points essentiels.

La charge d'explosif, coton-poudre, tolite, ou autre, varie de 75 kil. pour les plus petits modèles à 140 et 200 kil. pour le type courant allemand. Le récipient est un flotteur en tôle épaisse, cylindrique ou cylindro-conique. Un poids, appelé crapaud, relié à la torpille par un câble d'acier, — en langage technique un orin — sert d'ancre pour tenir l'appareil à l'emplacement choisi. L'amorçage comprend l'inévitable détonateur au fulminate de mercure dont la mise de feu se produira électriquement.

Un des modèles est à renversement. Une boule métallique, en équilibre dans un plateau sphérique, viendra, si l'appareil s'incline brusquement par suite d'un choc, fermer le circuit d'une pile et enflammer l'amorce.

Les photographies et dessins publiés pendant la guerre reproduisent plus fréquemment le modèle à antennes. Ici, le couvercle de la mine est traversé par quatre antennes qui sont des cylindres de plomb protégeant un tube en verre renfermant le liquide d'une pile, généralement du bichromate de potasse. Qu'un choc vienne à briser l'antenne, le liquide se répand dans la pile et lance le courant.

Les mines sont « mouillées », soit par des bâtiments de surface, soit par des sous-marins. On laisse tomber à la mer l'ensemble torpille-orin-crapaud. Si la profondeur est connue à l'avance, on peut utiliser des appareils munis d'un treuil qui déroule automatiquement la longueur de câble convenable. Mais un perfectionnement permet de n'avoir pas à chercher sur la carte le nombre de mètres ou de brasses du fond : la mine est alors munie d'un régulateur d'immersion basé sur le principe du piston hydrostatique ; l'ensemble étant parvenu au fond par son poids, l'orin se déroulera et laissera remonter la mine jusqu'à ce que le piston hydrostatique, réglé pour 3, 4 ou 9 mètres vienne pincer le câble et immobiliser l'appareil. Pour rendre l'opération moins dangereuse au bâtiment mouilleur, un mécanisme de sûreté permet que l'engin ne soit armé et offensif qu'un certain temps, une heure par ex., après sa mise à l'eau. Il suffit pour cela d'interposer soit sur le câble, soit sur le circuit de la pile un retardateur, un cylindre de sel comprimé qui, fondu, libérera un ressort, ou un tube de glycérine qui se videra dans le laps de temps voulu.

Avant la guerre chaque pays avait ses bâtiments légers mouilleurs de mines. Rôle dangereux entre tous, car un obus bien placé fait sauter le navire. Plus d'un de

ces bâtiments a coulé accidentellement après avoir heurté un de ses propres engins ; d'autant qu'il faut opérer de nuit, par surprise et très rapidement.

Les Allemands se sont plusieurs fois servis de mouilleurs camouflés en honnêtes cargos, qui, par des puits ménagés sous le chargement de charbon, venaient déposer leurs torpilles à l'entrée de nos ports les plus fréquentés. Très vite, dès 1915, ils ont construit des sous-marins spécialisés pour ce rôle. En Manche, dans l'Océan, en Adriatique, aux Dardanelles, ils ont activement travaillé. Le port de Boulogne reçut souvent leur visite. Les environs de Rochefort, de Bordeaux, de Tarente les attiraient.

Les Alliés, pour bloquer les rades de la mer du Nord et interdire certains points de passage obligés, Pas-de-Calais, détroits danois, etc., avaient créé de véritables champs de mines combinés avec les barrages. Plusieurs fois de violentes tempêtes, brisant les orins ou entraînant les crapauds, vinrent gêner ce travail, et transformer les torpilles vigilantes en mines dérivantes, que l'on risquait de rencontrer au hasard des courants sur les points les plus divers. Beaucoup de ces appareils, tant allemands qu'alliés, sont venus s'échouer sur les côtes du Jutland.

Pour lutter contre les mines, un seul remède : le dragage. Ce fut l'œuvre des chalutiers mobilisés. Au lieu de traîner sur le fond l'énorme poche du filet, ceux-ci, employés par couples, ou isolément dans le système imaginé par l'amiral Ronarc'h, remorquaient un câble d'acier lesté, tendu d'un bateau à l'autre, ou formant derrière le dragueur les deux branches divergentes d'un V. Suivant rigoureusement l'axe du chenal, le chalutier cueillait avec son câble les orins des torpilles. Des cisailles placées sur la drague coupaient le câble, délivraient la mine, et, lorsqu'elle venait en surface, un bâtiment d'escorte la coulait à distance au fusil ou au canon.

Labeur ingrat s'il en fut, et de toutes les heures. Dans

les passes où le trafic de ravitaillement était plus intense, c'était deux fois par jour, à chaque marée, que le laboureur devait reprendre son sillon. Qu'une cisaille vienne à se déranger, qu'une mine se coince sur le câble au voisinage du chalutier, et c'est alors l'explosion fatale, la mort pour tout l'équipage. Combien de nos dragueurs sont tombés obscurément dans cette tâche !

L'armistice même ne l'a pas interrompue. Il a fallu, après cette date, déblayer les mers infestées par l'un et l'autre belligérant de milliers de torpilles. En France seulement dix mille marins et deux cent cinquante bateaux ont consacré plusieurs mois à cette opération.

Quant au nombre de mines sous-marines fabriquées pendant la guerre, au dire du Ministère de la Marine, c'est par centaines de mille que se chiffre la production de la seule France.

Mais la torpille fixe, la torpille automatique, ou la mine dérivante que les Germano-Turcs abandonnaient au fil du courant des Dardanelles vers les bloqueurs, ne constituent encore que des cas particuliers. Reste le problème général. Quand le cuirassé ne vient pas au-devant de la torpille, c'est la torpille qui doit aller au-devant du cuirassé.

Torpilles portées

Pour expédier dans l'air un projectile, on peut se servir du canon : la force vive communiquée à l'obus décroîtra progressivement, absorbée par les résistances du milieu fluide. Mais la disproportion entre les deux forces contraires permet un trajet assez long. L'incompressibilité de l'eau interdit ce procédé pour un tir sous-marin. La résistance annihile trop rapidement la poussée en avant. Il faudra porter le projectile jusqu'au but ou bien le munir d'un moteur.

On devait commencer par la première solution, la plus simple à réaliser. Le sous-marin expérimenté par

Bushnell à New-York en 1778 allait fixer sa mine aux flancs de l'adversaire, et pouvait s'éloigner du danger, la mise de feu étant retardée par un mouvement d'horlogerie.

C'est une torpille portée qui était prévue dans les types de sous-marins successivement imaginés au cours du XIXe siècle. Cette fois on plaçait l'engin au bout d'une hampe assez longue pour mettre le torpilleur à l'abri des effets de l'explosion. Du moins on l'espérait ; en fait, lors du premier torpillage, celui qui coula la corvette *Housatonic* en 1864, pendant la guerre de Sécession, sous-marin et corvette sombrèrent ensemble.

Des bateaux de surface pouvaient réussir par ce moyen, à condition d'agir par surprise, la nuit de préférence. C'est pour cela que l'Anglais Thornycroft construisit ces embarcations à grande vitesse, peu visibles à cause de leurs faibles dimensions, qui, au cours de la guerre russo-turque de 1877, révélèrent au monde maritime que le torpilleur était né.

C'est avec une charge portée au bout d'une hampe de bois de 9 mètres de long que de simples canots à vapeur de l'escadre de l'amiral Courbet, montés par le capitaine de frégate Gourdon et le lieutenant de vaisseau Duboc, réussirent en 1885 à détruire une frégate chinoise au mouillage.

Toutes les marines construisirent alors des torpilleurs. Mais la faiblesse d'échantillon de ces assaillants minuscules les réduisit à l'impuissance lorsque les cuirassés possédèrent une artillerie légère à tir rapide. La firme Hotchkiss fournissait dès 1885 des canons revolvers et des pièces de 37 et 47mm capables de lancer de douze à trente projectiles à la minute. Il devenait possible avec les projecteurs électriques de découvrir l'attaquant en pleine nuit, et de constituer devant lui un barrage d'obus l'arrêtant à distance.

Torpilles automobiles

Là où le torpilleur ne pouvait plus passer, la torpille automobile irait. Depuis longtemps l'Anglais Whitehead, dans des usines installées sur la côte austro-hongroise, à Fiume, en perfectionnait le modèle, vite adopté partout. Si l'on ne possédait pas encore le moteur assez puissant pour déplacer un sous-marin habitable, l'air comprimé fournissait une solution suffisante pour un appareil de 5 mètres de long et de 35 centimètres de diamètre ; c'est encore l'air comprimé qui servait aux torpilles françaises de 45 centimètres de diamètre et aux allemandes de 50 centimètres employées pendant la grande guerre. Le cadre restreint de cette étude ne comporte pas une description complète du mécanisme de la Whitehead et de ses dérivés. On en trouverait les schémas dans de nombreuses publications de guerre ou d'après-guerre. Bornons-nous aux détails indispensables pour montrer le fonctionnement de l'arme.

L'aspect extérieur de la torpille automobile, flotteur cylindrique effilé aux extrémités et surtout vers l'arrière en vue de l'écoulement des filets liquides, est assez semblable à celui d'un poisson à grosse tête, ou à celui des ballons dirigeables souples, qui sont faits eux aussi pour la vitesse au sein d'une masse fluide.

La torpille sera mise à l'eau dans la direction du but, et le moteur, actionnant les hélices, assurera son parcours.

La partie avant, dite cône de charge, renferme l'explosif qui doit éclater aussi près que possible du navire visé. Le choc produira la rentrée à l'intérieur d'un percuteur et l'inflammation. La charge française comportait 110 kilogrammes de coton-poudre humide à 20 % d'eau ; l'allemande avait 175 kilos de trinitrotoluol ; d'où une supériorité réelle pour cette dernière.

Le compartiment suivant renferme l'air comprimé sous forte pression (180 kil. par centimètre carré). Plus

loin des régulateurs d'immersion ; puis le moteur qui, malgré ses dimensions très restreintes, développe environ 100 chevaux. Un servo-moteur commandé par un gyroscope procure la régularité de la trajectoire. Enfin la queue comportant deux hélices de pas contraire tournant à même vitesse et en sens inverse, ce qui équilibre le couple de déviation produit par chacune d'elles, un gouvernail à axe vertical pour la direction, un gouvernail à axe horizontal pour régler l'immersion.

La mise en marche s'effectue par simple rabattement d'un levier de prise d'air, ouvrant la communication entre le réservoir et les moteurs.

Le lancement se fera au-dessus ou au-dessous de la surface de la mer : au-dessus à l'aide des tubes lance-torpilles aériens des cuirassés ou des torpilleurs ; le tube permet de pointer, une faible charge de poudre chasse la torpille au dehors ; au-dessous sur les sous-marins ou certains gros bâtiments à tubes immergés ; c'est alors par l'introduction brusque d'air comprimé que la torpille est projetée en avant.

Sortie du navire et mise en marche, l'arme doit suivre une trajectoire aussi rectiligne que possible. Ici intervient le gyroscope, tore à section circulaire, tournant à 3600 tours par minute, et dont l'axe conserve une direction fixe dans l'espace. Si la torpille vient à dévier, l'axe du gyroscope restant pointé vers le but, le servo-moteur agit sur le gouvernail vertical, et redresse automatiquement la route.

Ce même instrument permet de donner à la torpille en marche une trajectoire inclinée par rapport au tube : d'où possibilité avec un tube d'étrave immobile d'atteindre un objectif à 10°, 20, 45° à droite ou à gauche. Avant la mise de feu on décale simplement l'axe du gyroscope d'autant de degrés par rapport à l'axe longitudinal de la torpille. Ceci fut appliqué par les sous-marins allemands et anglais avec de bons résultats et de sérieux avan-

tages, puisqu'un tube fixe exige bien moins de place qu'un tube mobile, étant donnée surtout la grande longueur du projectile ($6^{m}10$).

La trajectoire doit aussi être réglée en profondeur, pour heurter la carène à l'immersion voulue ; de plus, cette immersion doit pouvoir être modifiée au dernier moment : pour atteindre un bâtiment léger elle sera par exemple de $1^{m}50$, pour un cuirassé de 4 à 5 mètres.

L'action combinée de deux régulateurs y concourt, en agissant sur le gouvernail horizontal. D'abord un piston hydrostatique qui fait monter ou descendre l'engin tant qu'il n'est pas au niveau désiré ; puis un pendule qui redresse la trajectoire et tend à la maintenir horizontale. Ces deux forces antagonistes font faire à la torpille une série de bonds successifs, alternativement vers le haut et vers le bas, jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint.

La vitesse de la torpille varie entre 40 nœuds (74 kilomètres à l'heure) pendant le premier kilomètre et 30 nœuds (55 k^{m}) pour les quatre ou cinq suivants. La portée pourrait donc être de 5 à 6000 mètres. En pratique on ne peut se fier à ces chiffres d'essai, et les lancements seront faits de plus près. Pour éviter d'être détruit par l'artillerie moyenne à tir rapide, le torpilleur s'est fait sous-marin. Celui-ci bénéficie au maximum de l'effet de surprise, et s'approchera à bonne distance.

Les sous-marins

L'histoire des tentatives faites par les inventeurs de tous les pays pour construire des appareils capables de s'immerger et de se déplacer en plongée serait sans doute très intéressante, car elle ferait toucher du doigt les difficultés à vaincre, constater les prodiges d'ingéniosité mis en œuvre pour les surmonter, voir enfin quelle part chacun des obscurs travailleurs serait en droit de revendiquer dans la solution actuelle du problème. Nous ne

pouvons songer ici à résumer les phases de cette lutte entre l'esprit de l'homme et la matière (1).

Des coques susceptibles de descendre entre deux eaux et de s'y maintenir quelques heures sans asphyxier leur équipage ont pu être réalisées par Bushnell et Fulton à la fin du XVIIIe siècle, par Bauer, Bourgeois, David au milieu du XIXe. Deux choses restaient à trouver : le moteur permettant de circuler en immersion, et les organes d'équilibre assurant une navigation correcte, stable, du bateau en plongée.

Le moteur électrique, avec courant fourni par accumulateurs fut appliqué aux sous-marins par Drzewiecki, un Russe, vers 1880. Mais le premier sous-marin ayant pu exécuter une traversée correcte en plongée est le *Gymnote* (1886), construit à Toulon par le Français Gustave Zédé, d'après les idées de Dupuy de Lôme.

Le *Gymnote* n'était qu'un bâtiment d'expériences, de minimes dimensions (30 t.), il s'immergeait comme ses prédécesseurs en remplissant d'eau des réservoirs ou « ballasts » placés à l'intérieur de la coque ; des accumulateurs donnaient à l'hélice la force motrice ; la coque à section circulaire également effilée aux deux extrémités résistait bien aux pressions ; mais le progrès nouveau, celui de la stabilité de la plongée, venait de trois paires de gouvernails à axe horizontal qui donnaient enfin une route convenable.

Reproduit aussitôt en plus grand par l'ingénieur Romazzotti et muni de tubes lance-torpilles, ce premier

(1) Ceux de nos lecteurs que la question attire pourraient consulter avec fruit les ouvrages suivants :

Delpeuch, *La navigation sous-marine à travers les siècles*.
Pesce, *La navigation sous-marine*.
J. Hutter, *Les sous-marins*. Paris, Berger-Levrault, 1917 (broch.).
G. Clerc-Rampal, *Les sous-marins*. Paris, Hachette, 1919, in-16, et, pour l'état présent, la remarquable étude de M. Laubeuf : *Les sous-marins*. Paris-Bruxelles. REVUE DE L'INGÉNIEUR ET INDEX TECHNIQUE, avril-juin 1920

type devint le *Gustave Zédé*, de 1893 (250 tonneaux). Les essais de ce dernier furent laborieux : il ne suffit pas de multiplier par un coefficient fixe toutes les dimensions d'un modèle pour réussir un appareil beaucoup plus grand. Même retouché, le *Gustave Zédé* avait deux graves défauts : il ne pouvait s'éloigner du port, et il n'était pas marin.

Le premier défaut se comprend sans peine pour qui connaît les accumulateurs. La quantité d'énergie électrique qu'ils emmagasinent est vite épuisée. Un sous-marin privé des moyens de recharger lui-même ses accumulateurs doit au bout de quelques heures de marche retourner à l'usine génératrice : d'où impossibilité de s'éloigner des côtes. Un *Gustave Zédé* auquel sa batterie ne permettait qu'une distance franchissable de 100 milles marins (le mille marin vaut 1852 mètres), était par le fait même un médiocre instrument de guerre.

Autre inconvénient : bâtiment peu marin, c'est-à-dire tenant mal la mer en surface, inhabitable pour son équipage au moindre clapotis, incapable de naviguer par gros temps. A ceci, deux causes provenant du type même du sous-marin : ses formes, son peu de flottabilité.

Les formes des premiers sous-marins étaient semblables à celles de la torpille, un cigare à section circulaire ; et ce en raison des pressions exercées par l'eau sur la coque. Elles croissent de 1 kil. par centimètre carré de surface de carène et par 10 mètres de profondeur ; or la courbure la plus avantageuse pour résister à l'écrasement est le cercle. Mais jamais on n'a songé à donner à un bâtiment de surface de semblables lignes d'eau : ce sont les plus défavorables à la vitesse, à la stabilité de route, qui s'accommode des plans verticaux, à l'élévation sur la crête des lames, qui balaient la coque ronde et lui font « piquer le nez dans la plume ». Le bateau ne deviendrait capable de supporter la haute mer que du jour où ses formes extérieures seraient à peu près celles que l'expérience a consacrées pour un tonnage équivalent, c'est-à-dire pour les gros torpilleurs.

Le manque de flottabilité contribuait aussi à rendre le sous-marin inhabitable, « mangé par la mer » ; on appelle flottabilité le volume de la partie émergée de la coque quand le navire est en surface. Elle correspond à la quantité d'eau qu'il faut introduire à bord pour plonger au repos, et se chiffre par la différence de tonnage entre le sous-marin en surface et le même bateau en plongée.

Pour comparer à ce point de vue des bateaux de types différents, on rapproche non pas la valeur absolue de la flottabilité, mais le rapport de ce volume émergé au volume total du navire en immersion. Or ce rapport, appelé coefficient de stabilité, a sur un vaisseau quelconque une valeur de 50 % ou davantage ; le *Gustave Zédé*, lui (celui de 1893) avec ses 266 tonnes en surface, 274 en plongée, avait à peine 3 %. Tant que l'on s'en tiendra à ce que l'on appelle le sous-marin pur, où les ballasts sont tous à l'intérieur de la coque, donc de volume très restreint, le coefficient de stabilité restera faible, le navire très bas sur l'eau, médiocrement marin.

M. Laubeuf produisit une vraie révolution dans la construction des bâtiments-plongeurs lorsque, en 1896, il fit adopter à l'essai le plan de son *Narval*. C'était non plus un sous-marin pur, mais un submersible. Le rayon d'action était assuré par l'emploi de deux moteurs différents : moteur à vapeur avec chaudière à pétrole fournissant la propulsion en surface, et rechargeant lui-même les accumulateurs réservés à la marche en plongée. Du coup, la distance franchissable était dix fois plus grande que celle du *Zédé*. L'emploi du double moteur s'est depuis lors généralisé partout : moteur à pétrole lourd en surface (surtout Diesel à deux ou quatre temps), accumulateurs en immersion.

Mais l'innovation était plus grande encore dans les formes extérieures du navire et dans la flottabilité. M. Laubeuf présentait un torpilleur submersible, c'est-à-dire que son sous-marin avait le tracé extérieur d'un

torpilleur, excellent pour naviguer en haute mer ; ceci et le coefficient de flottabilité du *Narval*, 42 %, devait donner l'habitabilité, la tenue à la mer, la stabilité de route. Les réservoirs d'eau à remplir étaient grands. Où les loger ? M. Laubeuf résolvait l'antinomie de façon élégante. Une carène robuste et complète de forme elliptique était enfermée dans une enveloppe extérieure, de tôlerie plus légère. Pas de risque de déformation de celle-ci en plongée, puisque l'espace libre entre les deux était totalement rempli d'eau pour l'immersion, et par suite de l'incompressibilité du fluide, tout l'effort d'écrasement se trouvait supporté par la coque épaisse.

Une inconnue restait : comment le submersible se comporterait-il en marche sous-marine ? Les résultats des essais furent favorables.

Les plans du *Narval* ont inspiré tous les constructeurs de submersibles depuis 1901. Lake aux États-Unis, Fiat en Italie s'en sont servis. L'Allemagne a fait mieux ou pire : elle a fait venir dans ses chantiers de Kiel un élève étranger de l'École française d'application du Génie Maritime. Celui-ci, utilisant des souvenirs encore frais, a tout simplement reconstitué au bénéfice de Krupp le tracé adopté en France pour l'*Aigrette* en 1902 (plans Laubeuf).

Voici donc les marines dotées, dans les premières années du xxe siècle, de l'arme nouvelle, efficace pour la guerre. L'Angleterre y vint la dernière, en 1904. Les modèles se succèdent, au fur et à mesure que les détails se perfectionnent, que les moteurs sont mieux étudiés, que la plongée se réalise plus promptement. Ils ne diffèrent plus en des points essentiels.

Jetons un coup d'œil rapide sur les principaux organes d'un sous-marin. De la coque nous savons le principal. La grandeur varie de 250 tonnes pour les petits mouilleurs de mines à 2800 et 3500 pour les croiseurs submersibles de 1918. La navigation en surface est plus confortable,

dans des passerelles surélevées. La T. S. F. a son mât rabattable et ses antennes.

La plongée s'obtient toujours en remplissant d'eau les water-ballasts, le plus souvent extérieurs. Grâce à des vannes à grande section, elle est d'une rapidité convenable. Il fallait au *Narval* 25 minutes pour s'enfoncer. L'*Aigrette* ne mettait déjà plus que 6 minutes. Les Allemands, sans cesse pourchassés, donc obligés de disparaître presque instantanément, ont employé un mode de navigation en demi-plongée qui leur permet de s'éclipser en 40 à 50 secondes.

Pour remonter, on chasse l'eau des ballasts par l'air comprimé.

La plongée ne s'effectue guère qu'en marche. Le sous-marin peut ainsi garder une petite réserve de flottabilité, et s'enfoncer par l'action de la vitesse sur les gouvernails horizontaux. Qu'une panne de moteur se produise, le bateau revient de lui-même sur l'eau. Des poids placés sous la quille, plombs de sécurité, peuvent être déclanchés de l'intérieur en cas de voie d'eau pour accélérer le retour en surface.

Le double moteur subsiste toujours. Il a l'inconvénient grave d'absorber une grande partie du poids disponible à bord, car en immersion on utilise encore les accumulateurs au plomb, et cette lourde batterie prend à elle seule de 10 à 20 % du déplacement total. Jusqu'ici les essais tentés pour concentrer en un moteur à explosions l'unique force de propulsion n'ont pas été satisfaisants. On risque d'asphyxier le personnel par des émanations délétères, de déceler la présence du bateau aux oreilles attentives par le bruit caractéristique, ou de se trahir encore par des bouillonnements gazeux en surface. Certainement les recherches continueront dans la voie du moteur unique, turbine sans doute, car les accumulateurs sont un point faible du sous-marin de combat. Ils réduisent à la fois la vitesse et le rayon d'action en plongée, les restreignant à des limites étroites.

Pendant le temps de l'immersion, l'air est maintenu respirable par des dégagements d'oxygène, physiques ou chimiques. L'acide carbonique est absorbé par la soude ou la potasse. Le fonctionnement de ces organes est devenu assez régulier pour entraîner la suppression des mignonnes souris blanches que l'on conservait autrefois comme témoins des chances d'asphyxie.

Des manomètres en communication avec l'extérieur indiquent la profondeur atteinte, et le timonier chargé des gouvernails de plongée les consulte attentivement. Les exigences de la guerre ont amené à construire des submersibles descendant à 50 et même 75 mètres au-dessous de la surface, au moins pour franchir des barrages en eau profonde.

La boussole ordinaire s'affole ou manque de force directrice, et le voisinage de tant d'appareils électriques lui ôte toute sécurité : le compas gyroscopique la remplace pour indiquer la route.

La vision en plongée est un grave problème. Si l'on ne peut se montrer au dehors, l'œil artificiel du périscope y supplée. C'est une simple lunette de Galilée, montée au bas d'un tube de 7 à 9 mètres de long, où deux prismes à réflexion totale reproduisent les images d'une faible partie de la surface de la mer. La petitesse du champ de l'instrument est compensée par sa mobilité, grâce à des roulements bien vérifiés. L'œil exercé parvient à se reconnaître et à préciser suffisamment la position de l'adversaire pour lancer la torpille. Mais dans les parages fréquentés l'emploi du périscope est dangereux, le sillage qu'il trace sur l'eau étant nettement perceptible même aux vitesses moyennes. Le commandant du sous-marin ne pourra donc que jeter des coups d'œil très rapides et fera aussitôt fonctionner la coulisse descendant le tube pour échapper aux vues des patrouilleurs, des ballons ou des avions.

La vitesse a progressé en même temps que la grandeur

des navires. En surface, on donne 17 et même 19 nœuds. En immersion, ce chiffre s'abaisse considérablement. Le volume immergé est plus étendu, les impedimenta, filières, canons, scies à filets, passerelles surtout, présentent de multiples obstacles à la libre circulation des filets liquides. Les submersibles allemands donnant plus de 10 nœuds sous l'action des accumulateurs sont rares, et le rayon d'action à grande vitesse extrêmement réduit.

Si des écouteurs spéciaux, du genre de l'appareil du commandant français Walser, permettent de localiser assez exactement le sous-marin en plongée, on comprend que les torpilleurs ou patrouilleurs de surface plus rapides auront beau jeu pour l'entourer, recouper fréquemment sa route, et laisser tomber autour de lui des grenades à éclatement retardé qui provoqueront la destruction de l'adversaire. Le grand ennemi du sous-marin sera donc, l'expérience de la guerre le confirme, le bâtiment léger à grande vitesse.

L'arme principale du sous-marin reste la torpille automobile. Pour économiser le poids et l'encombrement, les Français se sont longtemps servis de tubes-carcasses extérieurs, où la torpille, maintenue le long du bord par un accrochage de la queue, pouvait être pointée de l'intérieur, puis libérée en relâchant une griffe de retenue. Il faut avouer que ces tubes Drzewiecki ont donné de graves mécomptes, soit parce qu'ils laissent les torpilles exposées à tous les incidents de navigation, soit parce que, aux grandes profondeurs, des déformations risqueraient de compromettre l'outil fragile qu'est la Whitehead. On a donc dû revenir aux tubes intérieurs avec chasse d'air comprimé.

Des torpilles de 900 kil. et 6 mètres de long seront toujours peu nombreuses à bord ; on en emporte 10, 12, au maximum 14 ou 18.

La guerre d'usure ayant de plus en plus pris le caractère d'une chasse aux bâtiments de commerce, aux trans-

ports, aux ravitailleurs qui, sur la foi du droit maritime ancien, naviguaient sans armement, les Allemands devaient tout naturellement songer à les couler au canon ; cent obus se transportent plus aisément qu'une torpille, et coûtent moins cher. De fait, les premiers chasseurs de cargos reçurent une ou deux pièces de 88mm, les suivants du 105, puis du 150. Les munitions emportées pouvaient suffire aux besoins d'une croisière de trois semaines et nos patrouilleurs de 1915 n'avaient que du 47 ou du 75 pour riposter au 105. Cependant cet emploi de l'artillerie paraît n'être qu'un épisode, né des circonstances, et cessant avec elles. Le submersible est trop vulnérable pour exposer sa coque aux risques onéreux d'un duel au canon. Dès que nos transports furent en mesure de se défendre, les agressions devinrent plus rares, les destructions moins nombreuses. Décidément la torpille reste l'arme des sous-marins. Les Anglais qui, en 1918, lancèrent des submersibles portant du 305, ont, croyons-nous, renoncé à des tentatives aussi hasardées.

Par contre, toutes les marines ont spécialisé des bâtiments plongeurs dans le mouillage des mines, logées dans des puits verticaux, et semées de nuit au voisinage des ports. Les Empires Centraux utilisèrent pour ce service des bâtiments par ailleurs relativement — certains franchement — médiocres de tonnage et de vitesse, sauf les dix *U*-117 de 1100 tonnes.

Pour éviter les patrouilles côtières, les sous-marins durent effectuer leurs randonnées de plus en plus au large, jusqu'aux Açores, aux Canaries, ou sur le littoral américain. Ces entreprises étaient faites par de vrais croiseurs submersibles, les *U*-135 à 161 de plus de 2000 tonnes.

Il est à remarquer que, même dans la construction de ces navires, les Germains copièrent encore des plans de l'Entente, cherchant leurs modèles en Italie, chez Fiat, comme pour les petits sous-marins ils avaient calqué es plans Laubeuf.

Emploi des sous-marins

Voilà, brièvement, quelles ont été les armes de la guerre sous-marine. Il reste à montrer, dans un résumé très succinct, comment ces moyens furent impuissants à vaincre la force navale des Alliés.

Lorsque le conflit éclate, en 1914, les Allemands possèdent une trentaine de sous-marins, les *U*-1 à *U*-28, dont une vingtaine en état de combattre. Les petits ont 250/300 tonnes, filent 13 nœuds en surface, 8 en plongée ; les gros 700/890 tonnes, faisant 17 et 10 nœuds. Leur objectif est indiqué par les circonstances : tâcher d'entraver le transport sur le continent de l'armée anglaise. Les côtes des Flandres fournissent des bases rapprochées à souhait.

Quelques exploits heureux les encouragent. C'est ainsi que le 23 septembre le *U*-9 de 300 tonnes réussit à couler l'un après l'autre trois croiseurs cuirassés anglais, *Cressy*, *Aboukir* et *Hogue*. Ils s'attaquent en même temps aux bateaux sans défense, sans s'inquiéter d'en sauver les équipages. Hâtivement l'Allemagne construit en série ses types de 300 et 800 tonnes ; l'Angleterre et la France multiplient les barrages, les filets d'acier, surtout les patrouilleurs légers, peu armés mais endurants.

Durant l'année 1915 les Allemands ont mis en service 80 sous-marins nouveaux ; nous en avons détruit 24, il en reste 86 en état et 150 sont sur cale. C'est dire l'importance qu'outre-Rhin on attache à ce suprême moyen de défense maritime. La France seule a déjà 300 patrouilleurs.

De plus en plus on s'efforce de détruire les bâtiments marchands, les ravitailleurs en matériel ou en vivres. De plus en plus la guerre se fait sauvage, le droit international est violé, des paquebots portant des neutres, des navires-hôpitaux mêmes sont coulés. Le 7 mai 1915 le *Lusitania*, paquebot Cunard de 30 000 tonnes, retour d'Amérique,

est torpillé de nuit sans avertissement préalable auprès des côtes d'Irlande. Parmi les 1100 victimes figurent des non-belligérants, des Américains, le milliardaire Vanderbilt, des femmes, des enfants. L'effet produit par ce coup prémédité, annoncé, n'est pas celui que les Germains attendent. C'est une réprobation à peu près générale et une résolution nouvelle de se défendre contre les pirates.

Au début de 1917 enfin, un peu avant l'offensive anglo-française du mois d'avril, qu'elle redoute, l'Allemagne aux abois joue sa dernière carte : elle torpillera sans restriction ni préavis tout bâtiment allié ou neutre rencontré sur les grandes routes de la mer. Au moment où s'ouvre cette période, 31 janvier 1917, 250 sous-marins ont été lancés depuis le début de la guerre, 125 ont été coulés, 160 restent en service.

L'Angleterre, jusque là pleine d'assurance, dut constater que la situation devenait grave. Le tonnage des bâtiments coulés dépassait en effet 400 000 tonnes par mois, montait à 600 000 en février et mars, atteignait le total formidable de 900 000 tonnes pour le seul mois d'avril 1917.

Toutes les ressources maritimes furent enfin mises en œuvre afin de conjurer le péril. Canons des modèles les plus disparates, extraits des arsenaux pour armer vapeurs, voiliers et bateaux de pêche ; postes de T. S. F. multipliés sur les navires et les côtes, camouflages rendant l'aspect extérieur des agrès insolite et troublant l'appréciation des distances ou des routes ; organisation de la navigation commerciale en convois, escortés par des canonnières ou des croiseurs, multiplication des patrouilleurs (en 1917 les Français en ont 714), des hydravions, des ballons dirigeables de la marine, des ballons captifs remorqués. Toutes les routes maritimes sont surveillées attentivement par les Anglais, les Italiens, les Américains, les Japonais. A l'armistice, la France compte à elle seule 1148 bâtiments de patrouille, dont les plus petits, vedettes

à pétrole de 30 tonnes, gardent l'accès des ports, tandis que les sloops de 2000 tonnes et les croiseurs sillonnent les eaux du large ; 1000 hydravions, 51 dirigeables français concourent à ce service. L'Angleterre aurait armé 3676 patrouilleurs, l'Italie 300 environ.

Les résultats de cet immense effort ne se font pas attendre. Traqués partout, signalés par T. S. F., suivis en plongée par l'écouteur Walser, assaillis au canon, à l'éperon, à la grenade, les sous-marins allemands perdent une bonne partie de leurs moyens d'action. Les attaques sont plus indécises, faites de plus loin, moins poussées à fond.Dès l'été de 1917, la statistique des pertes alliées est en décroissance.Le tonnage des bâtiments coulés est encore de 600 000 tonnes en juillet, il tombe à 400 000 en novembre, à 300 000 en avril 18. Cependant les transports sont plus actifs que jamais ; c'est le moment où l'armée américaine traverse l'Atlantique, où les renforts anglais passent sur le continent ; en 1918, deux millions d'hommes ont pu débarquer dans nos ports sans qu'un seul paquebot de troupes ait succombé sous les coups de l'adversaire. Le pourcentage des navires détruits était de 4,61 % au printemps 1917, de 3 % à l'automne, de 2 % en hiver, il atteignit à peine 1 % durant l'été 1918.

Au 11 novembre 1918, l'Allemagne, vaincue sur mer aussi bien que sur terre, capitulait. En 51 mois de guerre elle avait construit 350 sous-marins, en avait perdu 190 ; ses chantiers travaillaient encore à 150 coques nouvelles. Malgré cette activité prodigieuse (10 submersibles lancés chaque mois, 2 1/2 par semaine), l'arme était décidément incapable d'obtenir seule la décision sur mer.

Voilà du moins une leçon qui ressort clairement de l'expérience. Elle n'est pas pour nous surprendre. La guerre sous-marine rentre dans la guerre navale comme l'espèce dans le genre ; le submersible fait partie des armées navales comme l'instrumentiste de l'orchestre ; les meilleurs soli sont des intermèdes dans un concert. La flotte,

comme l'armée de terre, vaut par l'utilisation cohérente de toutes les spécialités. Demander au submersible ou à l'aviation de former la principale force dans la guerre future, est une utopie.

Une deuxième conclusion se dégage très nettement aussi : la valeur incomparable de la guerre sous-marine pour la défense des côtes, pour la protection du pays qui ne peut espérer la maîtrise de la mer. Les quelques raids brillants de nos propres sous-marins à Pola, Cattaro, dans la mer de Marmara surtout, ou dans la Baltique, par les qualités exceptionnelles qu'ils révèlent chez ceux qui les réussirent, par les difficultés accumulées qu'ils mettent en évidence, montrent bien que les ports, les rades, les abris, les bases de nos ennemis nous sont restés fermés, malgré notre incontestable suprématie navale. On peut discuter tel ou tel détail des opérations, se demander si la persévérance dans l'audace, en mars 1916, ne nous eût pas livré les Dardanelles, si l'engagement à fond de la « Grand Fleet » au Jutland n'eût pas écrasé l'escadre allemande. Derrière leurs champs de mines, et sous la protection de leurs flottilles submersibles, nos ennemis sont demeurés à l'abri des coups sans que nous pussions les obliger à livrer bataille.

Tout ceci suffit peut-être à expliquer pourquoi une nation insulaire, dépendant de l'extérieur pour son ravitaillement, soucieuse aussi d'un immense empire colonial, sent si vivement la nécessité de conserver à tout prix la maîtrise de la mer, et compte, pour ce faire, sur les escadres puissantes de ses « Capital ships ». Le souvenir du danger aperçu ne s'efface pas : d'où la haine implacable jurée au sous-marin qui peut couler les bâtiments de commerce. Le pays, au contraire, que d'impérieuses raisons budgétaires contraignent à limiter étroitement ses forces navales, celui dont la politique extérieure est pacifique et l'armement défensif, ce pays songe à user de la protection des submersibles ; en présence du développe-

ment si grand de ses côtes, des aires énormes à couvrir par un rideau de surveillance, il entend ne pas sacrifier les bateaux qui demain peuvent redevenir sa seule garantie de sécurité, et dont le nombre ne saurait être réduit.

Nous sommes ramenés ainsi à la pensée qu'exprimait le début de cette modeste étude : la guerre sous-marine, accessoire des opérations navales, est la suprême défense des nations trop faibles pour aspirer à la maîtrise de la mer. Il ne faut pas lui demander davantage.

Charles Poisson,
Ancien officier de marine.

La Belgique et les Réparations (1)

Il serait téméraire de vouloir exposer ici, dans son ensemble, le problème des Réparations ; l'aperçu le plus concis sortirait de nos cadres. Aussi notre objectif sera-t-il plus modeste : nous voudrions simplement indiquer quelques suggestions propres, croyons-nous, à résoudre la question en ce qui concerne la Belgique. Nous ne toucherons aux grands principes économiques que pour amener et justifier des solutions déconcertantes au premier abord.

Nous ne pouvons même entreprendre de rappeler les dispositions du Traité de Versailles en la matière, et la série de décisions qu'ont prises les Conférences de San Remo, de Spa, de Paris, de Londres. Il serait encore trop long de rechercher comment M. Lloyd George, qui, en 1918, lors des élections de décembre, voulait presser l'Allemagne comme un citron, jusqu'à en entendre craquer les pépins, vint trois ans plus tard parler d'une remise de la dette allemande. Nous prendrons simplement comme base d'étude les stipulations de l'ultimatum acceptées par l'Allemagne en mai 1921.

La dette de l'Allemagne fut fixée alors à 132 milliards de marks-or ; elle l'éteindrait par l'annuité fixe de deux milliards, et une annuité variable égale à vingt-six pour

(1) Communication faite à la Section des sciences économiques de la Société scientifique de Bruxelles, le 9 février 1922.

cent de ses exportations. Voilà l'exposé schématique des conventions de mai 1921, qui soulevèrent tant en France qu'en Belgique des protestations passionnées ; les communiqués officieux s'efforcèrent de calmer les appréhensions, en tablant sur de fortes exportations allemandes qui grossiraient les annuités mobiles. Il était cependant déjà acquis que les 26 pour cent sur les exportations n'auraient produit en 1920 que quinze cents millions de marks-or. Les prévisions les plus pessimistes furent pourtant dépassées quand, en décembre 1921, sept mois après l'ultimatum, l'Allemagne se déclara hors d'état de payer. Elle demanda un moratorium que les Alliés repoussèrent d'abord avec indignation. Un mois plus tard, à Cannes, le plus exigeant des hommes d'État parmi les Alliés, M. Theunis, estimait que le débiteur défaillant pouvait payer 900 millions en 1922. L'ultimatum disait trois milliards.

Les conjonctures sont certes déroutantes ; les concessions à l'Allemagne et le désarroi des vainqueurs ne sont pas moins inattendus que le manque d'égards de certains ministres envers la Belgique. Du sein des nations déçues, s'élève une voix qui crie son incompréhension et sa crainte. Les Alliés ont la force, pourquoi ne se font-ils pas obéir ? Nous allons d'abord chercher dans les principes d'économie politique la réponse à cette angoissante question.

Ouvrons le livre de M. Tardieu : *La Paix ;* M. Tardieu ne doute pas que le traité de Versailles ait pu être appliqué ; il fait le calcul du revenu des Allemands, il suppute leurs possibilités d'économie. Et ses déductions sont raisonnables. Si nous nous demandons : l'Allemagne peut-elle économiser de quoi payer les Alliés? nous devons répondre que oui, sans aucun doute.

M. Helfferich estimait qu'en 1913, son pays épargnait annuellement 8 ou 10 milliards de marks : voilà des chiffres qui doivent peser à leur auteur. On peut

admettre que les pertes en hommes, la cession de l'Alsace-Lorraine, de la Sarre, d'une partie de la Silésie, des colonies et de la flotte privent l'Allemagne du quart de sa richesse productive. Il reste que si elle travaillait comme en 1913, elle pourrait épargner annuellement 6 milliards au minimum. Sans doute cette puissance d'épargne est-elle fort diminuée par la crise incontestable qui sévit aujourd'hui ; il s'agit là d'une situation transitoire, dont les Alliés ont tenu compte, puisque leurs exigences, pour les années qui suivent immédiatement, se bornent à 3 ou 4 milliards. Faut-il faire intervenir la diminution de la valeur de l'or, et dire que ces 6 milliards de 1913 en vaudraient 10 actuellement ? C'était l'idée de ceux qui négocièrent le traité de paix et les accords subséquents. Depuis lors il est apparu que nous retournions très rapidement aux prix-or de 1914. L'index des prix de gros aux États-Unis montre en effet que l'augmentation ne dépasse plus 30 % après avoir été quatre fois plus forte. Dans peu d'années, l'Amérique aura retrouvé les prix anciens, et les autres pays n'auront plus à tenir compte que de la perte du change. Ajoutons qu'en Allemagne, les prix-or sont généralement inférieurs aux cours mondiaux. Il semble donc fort imprudent de faire intervenir la dépréciation de l'or dans les calculs auxquels nous nous livrons. Il reste qu'en toute hypothèse l'Allemagne peut économiser de quoi satisfaire aux justes exigences des Alliés.

Pour beaucoup, le problème est dès maintenant résolu : l'épargne allemande étant égale à tant de milliards, les Alliés peuvent s'en emparer, il n'y a plus d'obstacles. M. Charles Rist, l'économiste français bien connu, écrit que certains négociateurs du traité de Versailles partageaient peut-être cette façon de voir : nous estimons ce « peut-être » superflu. Le livre de M. Tardieu nous le montre bien, du moins quant à son auteur. Cependant, les véritables difficultés commencent ici.

L'épargne de 8 ou 10 milliards dont M. Helfferich se vantait, en quoi consistait-elle ? En immeubles, en travaux publics, en usines, en marchandises, en navires : ne voit-on pas qu'une fois ces biens constitués, ils doivent être appropriés par les créanciers ? Voilà l'obstacle contre lequel se heurtent les Alliés : ils ne savent pas comment utiliser l'épargne des débiteurs. L'Allemagne est riche de biens qui leur sont inutiles. Que leur importent les immeubles, les fabricats de l'Allemagne ? ils ne pourront abriter les sans-logis des régions dévastées. Un pays peut être riche, et ne pouvoir payer à l'étranger.

Étudions ensemble comment une nation peut acquitter ses dettes. Ce peut être en papier-monnaie, en or, en monnaie étrangère, en biens sis hors de son territoire, ou en nature, comme on dit aujourd'hui. Écartons d'abord le papier-monnaie : les Alliés n'ont même pas dû y songer, car il n'a hors du pays d'autre valeur que son poids de papier. On n'accepte des marks que dans un but de spéculation, pour les revendre plus tard, ou pour payer des marchandises achetées en Allemagne. Ce pays payera alors en nature.

Une nation peut payer en or, certes, mais elle doit pour cela en posséder une réserve suffisante, ou en produire. Sinon, elle exigera que l'étranger paye ses produits en or, et ceci nous ramène au payement en marchandises. Voici, par exemple, l'étranger qui achète pour cent millions de produits en Allemagne. Il paye en or, qui lui est retourné pour acquitter les dettes antérieures. C'est exactement un payement en nature pur et simple. La solution ne diffère pas si l'on prescrit des versements en monnaies étrangères, en dollars par exemple. Ces devises, comme on les appelle, ne se trouveront à la disposition du pays débiteur que s'il les acquiert comme l'or.

Quel que soit le mode de payement que l'on imagine,

nous sommes donc toujours ramenés au payement en nature ou en services. Ces termes doivent évidemment s'entendre dans un sens fort large. Ils comprennent non seulement les livraisons, comme le charbon, ou comme celles que prévoit l'accord de Wiesbaden, mais les immeubles ou affaires à l'étranger, les navires et leur fret, l'entretien des voyageurs à l'intérieur du pays.

On objectera : une nation ne peut-elle se procurer les devises nécessaires aux payements sur le marché du change ? Elle achèterait donc avec son papier-monnaie. Mais qui donc consentira à fournir ces dollars, par exemple, contre du papier-monnaie ? Des spéculateurs, pour le revendre : opération blanche pour le pays débiteur ; des commerçants, pour acheter des marchandises. Nous voici donc encore ramenés au payement en nature.

On a préconisé le payement en titres représentant des usines travaillant à l'intérieur du pays. Le procédé peut se recommander par ailleurs, mais il ne permet pas d'échapper au paiement en marchandises. Un capital vaut uniquement par ce qu'il rapporte, et nos régions dévastées ne seront pas restaurées si l'État Belge possède les usines Bayer, par exemple. Celles-ci ne peuvent même faire le service d'une partie de la dette belge. La Belgique ne peut tirer parti que de leur revenu, consistant en marks-papier, ou en une part des produits chimiques fabriqués. Payement en nature, une fois de plus.

Les opérations de crédit ont été envisagées aussi, et peuvent devenir utiles ; il s'agirait en l'occurrence d'emprunts contractés en Amérique ou en Angleterre. Mais les intérêts et le remboursement exigeront des paiements du même genre, c'est-à-dire en nature. Les emprunts retardent simplement l'époque de livraison.

Nous sommes donc forcés d'admettre qu'un pays ne peut payer à l'étranger qu'en nature ou en services, et d'attribuer à ce principe la valeur d'une loi de l'économie politique.

Remarquons cependant que normalement les nations modernes possèdent une réserve de moyens de payement, qu'elles ont acquise par leurs exportations passées. Cette réserve peut servir à des versements immédiats, mais elle ne se renouvellera plus que par les méthodes ordinaires de payement à l'étranger. C'est un portefeuille de valeurs étrangères, ce sont des affaires que les nationaux ont au dehors ; parfois même les États possèdent des câbles, des chemins de fer dans leurs colonies. Enfin, le stock d'or détenu par le pays en question fait, somme toute, partie de cette même réserve. Il n'y a pas là d'exception au principe que nous venons de formuler.

Si nous nous sommes attardés dans une étude assez théorique, ce n'est pas, on s'en doute, par amour de l'économie pure. Nous allons en appliquer les conclusions à la nation que ses crimes ont rendue débitrice du monde entier, ou peu s'en faut. Voyons d'abord ce que l'Allemagne possède comme moyens de payement immédiats acquis antérieurement et constituant sa réserve.

Elle dispose d'une certaine quantité d'or. La Reichsbank a un milliard dans ses caisses, les autres petites banques d'émission conservent quelques dizaines de millions ; le tout peut être saisi immédiatement par les Alliés. Mais est-ce là tout ce que le pays a gardé ? La production et la distribution de l'or dans le monde sont suivies par des statistiques fort attentives, qu'il n'est pas possible de tromper dans une mesure notable. Or, elles affirment que l'Allemagne ne détient plus actuellement que peu de chose. Le stock monétaire en circulation atteignait en 1913 deux milliards et demi ; dès 1916, un milliard et demi était versé à la Reichsbank ou exporté. Depuis lors, la banque n'a pas cessé de concentrer l'or dans ses caisses, de l'y attirer par un prix de plus en plus élevé. Il faut donc admettre que le public allemand ne peut avoir conservé que peu d'or, quelques centaines

de millions, soigneusement cachés. Aucun gouvernement du monde ne pourrait s'en emparer.

Le portefeuille étranger et les biens allemands à l'étranger étaient plus importants. M. Helfferich en estimait la valeur totale à 20 milliards, d'autres parlaient de 30 milliards. Malheureusement, nous devons réduire de beaucoup ce chiffre. Le traité de paix a déjà enlevé à l'Allemagne toutes les entreprises, tous les intérêts, toutes les installations qu'elle possédait au dehors. Les biens privés ont été affectés au payement des dettes d'avant-guerre.

Le portefeuille proprement dit a fort diminué. Les placements allemands étaient nombreux en Russie, en Autriche, en Turquie, en Roumanie. C'est dire que leur valeur est considérablement réduite, voire même problématique. D'autre part, le gouvernement a réquisitionné depuis 1916 tout ce qui était mobilisable, pour le vendre dans les pays neutres ; M. Charles Rist estime qu'à la fin de 1916, les deux tiers en étaient déjà exportés. Le gouvernement a continué ses acquisitions, et à l'heure actuelle, ce qui reste de ces titres a un sort analogue à celui des réserves d'or. Ils sont jalousement cachés, une bonne partie a passé la frontière, pour y être vendue ou en fouie dans les coffres des banques. C'est sans doute la source principale des avoirs allemands à l'étranger, dont il est si souvent question. Ces fortunes pourraient évidemment servir au payement des Alliés, mais elles sont à peu près insaisissables. Nous n'avons pu nous faire livrer le Kaiser : il nous serait plus difficile encore d'obtenir les dépôts dans les banques hollandaises ou suisses. Ces avoirs, qui sont considérables, n'atteignent cependant pas les chiffres que l'on a mis en avant. Les pays neutres qui entourent l'Allemagne sont d'importance réduite, et ne se prêtent pas à l'emploi de gros capitaux. Il est peu probable que le total dépasse 4 ou 5 milliards.

Nous trouvons donc comme disponible pour les Réparations : un milliard d'or saisissable à volonté, mais sans doute au détriment du mark ;

Quatre ou cinq milliards de valeurs ou d'avoirs allemands dans les pays neutres, et dont la saisie est improbable ;

Dans le public, des restes de monnaie d'or et du portefeuille étranger.

Quels que soient l'optimisme des experts et l'énergie des Alliés, nous ne pouvons compter sur ces sources pour fournir une quotité sérieuse du compte des Réparations. Il reste donc que l'Allemagne ne peut payer que par l'exportation future de produits, ou la fourniture de services. Les Alliés se trouvent en face du dilemme suivant :

L'Allemagne payera par ses exportations, ou elle ne payera pas du tout.

Ces idées ne prétendent pas être originales, ni même peu connues ; de plus en plus, au contraire, elles se font admettre. L'Angleterre les a comprises la première, tandis que l'Europe continentale a été plus lente. Les économistes, il est vrai, n'en ont jamais douté : M. Charles Rist, Professeur à la Faculté de droit de Paris, en avertissait ses concitoyens dans son livre sur les Finances de l'Allemagne, paru en octobre 1920. Mais nous allons examiner maintenant la situation spéciale où se trouve la Belgique. Je voudrais cependant, avant de nous y appliquer, faire remarquer la fâcheuse position où nous a mis la politique des Réparations poursuivie jusqu'aujourd'hui.

L'Allemagne ne peut payer en dollars, comme elle y fut forcée, du moins elle ne peut payer principalement en dollars : voilà ce que nous croyons avoir démontré. C'est l'application d'un principe d'économie politique. D'autre part, l'Allemagne peut épargner de quoi nous payer, et elle le pourra surtout quand la crise sera pas-

sée : voilà une autre constatation évidente. Or, les Alliés n'ont pas su faire la distinction nécessaire, ils ont à cause de cela voulu forcer l'Allemagne à faire une chose impossible, les payer autrement qu'en marchandises. On enseigne en pédagogie qu'il ne faut jamais donner à un enfant des ordres impossibles à exécuter, car il en prend prétexte pour ne plus obéir à aucune prescription. En forçant l'Allemagne à d'inexécutables prestations, nous avons renforcé chez elle la mauvaise volonté contre *tout* le traité. Nous avons favorisé les éléments nationalistes qui ont trouvé là une preuve de l'absurdité du système ; nous avons contribué à discréditer le ministère Wirth qui s'était engagé à ces payements impossibles. Les Alliés n'ont pas su faire la distinction, les Allemands ne l'ont pas voulu !

Mais revenons à notre dilemme, et voyons les conséquences qui en découlent pour notre pays. Il est bien entendu que toutes les exportations (de produits et de services, disons-le une fois pour toutes) ne peuvent servir au payement des réparations. Le pays débiteur doit d'abord se nourrir, et acheter les matières premières nécessaires à l'industrie ; aux Alliés de veiller à ce que ces achats ne dépassent pas la mesure. L'excédent seul des exportations sur les importations nécessaires pourra intervenir. Nous ne songeons pas à prendre les chiffres actuels, qui laissent un surplus d'importations. Signalons en passant la nécessité impérieuse d'une statistique exacte du commerce allemand. A la Conférence de Cannes, M. Rathenau disait que les exportations en 1921 n'avaient pas atteint quatre milliards, tandis que les experts belges soutenaient qu'elles étaient de six milliards. Nos experts ne paraissent pas avoir convaincu les autres Alliés. Où est la vérité ? On ne sait, mais il est urgent de s'en enquérir.

Retenons que l'Allemagne payera par son excédent d'exportations. Fort bien, dira-t-on, qu'elle s'y consacre

donc puisqu'il le faut, mais pas chez nous, pas en Belgique, dont nous entendons protéger l'industrie contre la concurrence allemande. Première déception, l'excédent des exportations sur les importations ne paraît pas pouvoir suffire aux Réparations ; il n'existe probablement pas actuellement. Le fait est d'autant plus grave que les nations sont en proie à une fièvre protectionniste ; elles élèvent des barrières contre les produits allemands surtout. Celles qui autorisent des importations entendent s'en réserver tout le bénéfice. La France a conclu à Wiesbaden des accords sur cette base. Elle admet certains produits allemands, mais elle ne les paye pas, ils viendront en décompte de la dette. Ils ne procurent pas de devises étrangères ni d'or à l'Allemagne. Ne perdons pas de vue que le pays exportait pour 10 milliards en 1913, et importait pour 11. Il paraît téméraire d'escompter l'excédent de 4 ou 6 milliards nécessaire aux payements prévus par l'ultimatum de mai 1921. Je rappelle que les prix d'exportation en Allemagne ne sont pas, en général, supérieurs aux prix-or d'avant-guerre, et que les prix mondiaux eux-mêmes retournent à leurs anciens niveaux.

Le premier dilemme en engendre un second pour la Belgique : elle sera payée en nature ou en prestations acceptées par elle, ou elle ne recevra qu'une faible partie des Réparations promises. Nous pensons que ce dilemme apparaîtra inévitable, un jour, à notre gouvernement ; nous allons nous efforcer d'en étudier les possibilités.

Le payement en nature n'implique nullement l'importation désordonnée de fabricats allemands ; il faut au contraire la réglementer strictement, de façon à ne pas nuire au commerce, et à nous réserver le bénéfice exclusif du système. Il y aurait lieu de stipuler que le payement des marchandises se ferait au gouvernement belge qui le déduira de la dette allemande. C'est le méca-

nisme de Wiesbaden avec adaptation spéciale à la Belgique (1).

On reproche aux payements en nature, évidemment, de faire concurrence à l'industrie nationale. A quoi bon, dit-on, recevoir ces cadeaux grecs, dont l'effet le plus sûr sera de condamner au chômage des milliers d'ouvriers, et de ruiner l'industrie ? Les Alliés ont été longtemps arrêtés par cette considération, et l'Angleterre en est toujours effrayée.

Nous ne songeons pas à nier la difficulté, et si nous avons la conviction que notre pays aurait encore avantage à accepter en payement certains produits fabriqués ici, nous pensons pouvoir éviter tout inconvénient par notre plan de réparations en nature.

Considérons d'abord une catégorie de matières premières que nous pouvons tirer de l'Allemagne. Nous recevons déjà du charbon et du coke, il y a lieu évidemment d'en prolonger la livraison. Prenez garde cependant de croire qu'aucun mécompte n'est à craindre sur ce terrain. Dès maintenant la France et la Belgique commencent à être saturées de charbon. Bientôt les mines françaises seront en plein rendement, dans cinq ans la Campine Belge augmentera notre production de 25 pour cent. Dans peu d'années, donc, nous ne pourrons accepter le charbon allemand qu'au détriment de notre industrie extractive.

Les produits chimiques, auxquels le traité de paix n'a eu recours que dans une mesure très réduite, peuvent être mieux utilisés ici.

(1) Depuis la rédaction de cette communication, un accord Bemelmans-Rathenau a été conclu dans le but de simplifier le système de Wiesbaden, et de le rendre accessible à la Belgique : elle profiterait dorénavant seule des importations allemandes. C'est une application très saine des principes économiques en matière de Réparations, il faut y applaudir. Son rendement sera néanmoins assez limité, et ne rend pas inutile la combinaison dont il sera question plus loin.

L'Allemagne fabrique des engrais azotés, pour lesquels nous devions dépendre auparavant du Chili et de l'Angleterre. Depuis 1914, ce sont sans doute les seuls engrais dont l'Allemagne ait disposé, et elle paraît s'en être bien trouvée. Leur admission en Belgique ne troublera en rien notre industrie. Or l'importation en a dépassé 125 millions en 1919, ce n'est donc pas négligeable. Les produits pharmaceutiques et colorants peuvent donner lieu à de semblables tractations : à quoi bon les acheter en France ou en Angleterre quand nous pouvons les obtenir gratuitement en Allemagne ?

Certes, cette importation réglementée donnerait lieu à des opérations commerciales dont l'État est peu capable ; en toute hypothèse, nous convenons que la tâche serait ardue. Peut-être la meilleure solution serait-elle de confier la direction à une société privée privilégiée soumise au contrôle de l'État, et dont les bénéfices seraient limités. Ce sont là des difficultés d'application.

L'importation des matières premières est insuffisante en elle-même et ne nous fait récupérer qu'une petite partie de notre créance. Les livraisons de charbon à part, il est difficile de compter sur une rentrée de plus de 50 millions marks-or, alors que nous devons recevoir dix fois davantage. Si nous pouvons continuer à recevoir deux millions de tonnes de charbon à 25 marks-or, cela nous fait en tout 100 millions. Nous sommes toujours loin de compte, il faut chercher ailleurs.

C'est alors que surgit une idée, qui sera la partie la plus importante de cette communication : faire compléter par l'Allemagne l'équipement de notre pays et de sa colonie. Une foule de projets fort intéressants sont ajournés *sine die* par suite de notre détresse financière. Nous avons l'occasion de les faire exécuter dans des conditions inespérées. On ne peut objecter ni le chômage ni les pertes de l'industrie, car si les Allemands ne les réalisent pas, les Belges ne le feront pas non plus. On ne

prend rien à personne, au contraire : notre pays sera mieux armé pour la lutte, le travail y sera plus facile, l'industrie pourra conquérir de nouveaux débouchés.

Ce programme rencontre un grand obstacle, un seul, c'est qu'il implique l'emploi de la main-d'œuvre allemande. Nous n'en méconnaissons pas la gravité, mais nous pensons qu'il n'est pas dirimant. Comme les travaux s'exécuteraient à des endroits déterminés et peu nombreux, il serait possible d'y cantonner les travailleurs, et de leur interdire l'accès du pays. Nous avons gardé des prisonniers de guerre pendant des mois : ne pourrions-nous conserver quelques milliers d'ouvriers allemands ? L'inconvénient doit, pour être apprécié, être mis en face de l'avantage : c'est le seul moyen d'être vraiment payés ! Notons d'ailleurs que la France a envisagé de près la reconstruction d'un secteur (Reims-Soissons) par une équipe de 2 500 Allemands. Je ne sais où en est le projet, mais les sinistrés ne doivent-ils pas préférer voir leurs maisons reconstruites par ceux qui les ont détruites, plutôt que pas reconstruites du tout? Un quartier de Mézières n'a-t-il pas été rebâti récemment par les Allemands, à la grande satisfaction des sinistrés?

Ceci dit, passons au programme concret.

Il nous manque en Belgique, indépendamment des régions dévastées que nous laisserions à l'industrie belge, plus de cent mille maisons à bon marché. La crise est intense dans les grandes villes. On pourrait confier à l'Allemagne la construction de grandes cités modernes comportant des milliers de maisons ; l'ensemble serait relié au centre que l'on veut dégorger par des tramways rapides, ce qui permettrait de bâtir les cités sans trop de souci de la proximité. La réception se ferait quand la petite ville serait dotée des services publics, et quand ces logements auraient même été eublés.

Il n'est pas excessif d'évaluer des maisons solidement construites et parfaitement achevées à 6 000 marks-or

au moins ; l'établissement des services publics et des tramways pourrait faire monter l'entreprise à un milliard de francs-or. Insistons sur l'élégance de cette solution du problème des logements en Belgique. Si rien ne change, on ne peut prévoir en Belgique la fin de la crise. Malgré les efforts méritoires, le déficit en maisons va croissant d'année en année. L'industrie belge elle-même y trouverait avantage : elle disposerait dorénavant d'une main-d'œuvre mieux reposée, menant une vie plus saine, moins portée au désordre.

On pourrait diminuer le nombre d'Allemands nécessaires ici en préparant l'ouvrage avant l'importation des matériaux, en montant les voûtes à l'usine, par exemple. Les ouvriers occupés à ces travaux seraient logés dans des baraquements, et n'auraient pas de contact avec l'extérieur ; ils recevraient leur nourriture d'Allemagne et auraient un régime qu'on pourrait appeler d'exterritorialité économique.

Le traité de paix nous autorise à construire un canal d'Anvers au Rhin ; un embranchement doit desservir le nouveau bassin houiller de la Campine. L'intérêt du pays voudrait qu'ils fussent construits sans délai, car d'ici très peu d'années l'évacuation de la production houillère ne sera plus possible autrement. Ces canaux devraient être accessibles aux navires de 2 000 tonnes, la nuit comme le jour. Il est évidemment téméraire d'évaluer le coût d'une telle entreprise, mais on peut, par comparaison avec d'autres travaux du même genre, admettre le chiffre de 200 millions de marks-or pour les 150 kilomètres en territoire belge. Nous ne pouvons envisager la mise à exécution d'un pareil travail qui représenterait pour nous 600 millions de francs ; nos finances nous l'interdisent. Mais nous pourrions exiger que notre ennemi d'hier mène l'entreprise à bonne fin. Le canal serait complété par le perfectionnement du port d'Anvers, dont les crédits doivent être

actuellement mesurés au compte-gouttes. Il y a la rive gauche du fleuve, dont les terrains doivent être mis en valeur ; le développement de la ville exige un tunnel sous l'Escaut ; il y a de nouveaux bassins à peine achevés qui peuvent recevoir un équipement tout à fait hors pair. Cent millions de marks-or ne sont pas de trop pour ces postes. On pourrait profiter de l'occasion pour moderniser nos vieux ports de la côte, et achever celui de Zee-Bruges. Ce dernier doit être l'objet, nous dit-on, de dragages coûteux : c'est une servitude que l'on peut imposer à l'Allemagne.

Voilà des travaux qui mettraient notre pays en valeur ; on doit en envisager d'autres dans notre colonie. Celle-ci a d'abord un pressant besoin de chemins de fer ; le traité de paix les lui donnera, si nous voulons. Le comte de Smet de Naeyer estimait autrefois qu'un milliard de francs était nécessaire pour outiller le Congo. M. Fontainas, ingénieur civil des mines, exposait au Congrès Colonial de décembre 1920 le programme des travaux publics nécessaires à son développement. Nous devons, disait-il, équiper les ports de Matadi, de Kinshasa, construire 4 000 kilomètres de chemins de fer et des routes. Comme il faut compter sur un minimum de 150 000 francs-or par kilomètre de ligne, ce poste nécessiterait à lui seul 600 millions de francs-or. On voit que le milliard du comte de Smet de Naeyer serait vite atteint ; on voit aussi, hélas ! que livrés à nous-mêmes, ce n'est pas sans des dizaines et des dizaines d'années que nous arriverions au bout. M. Franck, Ministre des colonies, a fait voter en août 1921 des crédits à répartir sur un certain nombre d'années. C'est sans doute quelque chose, et nous pourrions difficilement faire mieux, mais on conviendra que notre combinaison assure mieux la mise en valeur de notre domaine colonial.

Arrêtons ici l'esquisse de notre programme ; l'énumération est exemplative et non limitative, il existe certes

d'autres façons d'utiliser les crédits des Réparations. Les travaux dont il vient d'être question absorberaient peut-être 2 1/2 milliards de marks-or, soit le quart de notre créance. Les livraisons d'engrais et de matières premières, continuées pendant 40 ans à raison de 100 millions de marks-or, représenteraient l'intérêt et l'amortissement d'une autre tranche de 2 1/2 milliards en tenant compte de la baisse du taux de l'intérêt. Ce serait en tout la moitié de notre créance. Notre priorité nous aurait donné deux milliards encore ; il resterait à voir si le dernier quart pourra nous être versé en espèces. Mais c'est là le secret de l'avenir éloigné. Il est vain d'essayer de prévoir ce qui se passera dans dix ans, il est puéril de le faire pour trente ans plus tard.

La principale objection au système des réparations est donc l'introduction de la main-d'œuvre allemande. Nous avons essayé d'en réduire l'importance, et de montrer qu'elle n'était pas un obstacle dirimant. Ajoutons que depuis l'armistice les répugnances ont déjà beaucoup diminué, et qu'elles iront en s'atténuant. Nous avons reçu chez nous des Allemands de marque ; les agents de vente commencent à se montrer. Plus personne ne se refuse à faire le commerce avec eux. Nous croyons que les ressentiments légitimes doivent être surmontés devant cette considération : c'est pour nous le seul moyen d'être vraiment indemnisés. Ne nous méprenons pas : les travaux que nous venons d'énumérer sont productifs, et allégeront la charge de notre dette. Cette dette va exiger à elle seule quatre ou cinq fois plus d'impôts que tout ce que nous payions en 1914. Dans ces conditions, notre relèvement financier deviendra difficile si nous ne pouvons compter sur d'importants versements de l'Allemagne. La moindre faute, la moindre négligence peut nous acculer à la faillite. Certes, le mot est gros, mais il existe des façons détournées d'y arriver. La dévaluation monétaire est la moins apparente de

toutes, mais son aspect ne doit pas faire oublier son essence. Décider que dorénavant et à perpétuité le dollar vaudra 10 ou 15 francs, c'est léser arbitrairement une catégorie de citoyens, ceux surtout qui ont eu confiance dans l'État, et lui ont prêté de l'argent : les propriétaires fonciers, les commerçants et les industriels, dont la fortune est indépendante des variations de la monnaie, n'y perdront rien. Et il ne faut pas croire que cette faillite arrange tout. La Belgique demeure plus pauvre de tout ce que l'Allemagne ne lui a pas payé. Elle doit peiner pour outiller un pays qui aurait pu l'être sans effort. Une meilleure compréhension des choses lui permettrait, au lendemain d'une guerre épuisante, de se trouver puisamment armée pour la lutte commerciale ; sa colonie, dorénavant productive, entretiendrait avec la métropole les plus fructueuses relations, lui fournirait les matières premières et contribuerait à son indépendance économique.

Mais on entend soulever une autre objection : L'industrie allemande trouvera dans ces travaux des débouchés qui lui permettront de travailler à plein rendement, alors que la nôtre devra lutter et ne pourra sans doute écouler sa production normale par suite du déséquilibre d'après-guerre. Et cette situation perdurera.

Vaut-il mieux travailler pour rien, que de travailler moins mais avec profit ? L'industrie allemande travaillera, certes, mais elle ne sera pas payée. Elle s'appauvrira sans compensation de ses matières premières et de la nourriture de sa main-d'œuvre. Le gouvernement payera ses fournitures, dira-t-on. Avec quoi, sinon avec le produit des impôts que le pays entier versera ? — et directement ou indirectement, tout le pays vit de l'industrie. S'il suffit de travailler pour prospérer, chaque usine doit produire son maximum en tout temps, dût-elle jeter sa fabrication à la mer !

Quand la période des prestations en nature sera close,

l'industrie allemande devra se mettre à la recherche de nouveaux débouchés, et elle aura le désavantage du dernier arrivé. Notre pays, au contraire, bénéficiera d'un outillage puissant ; Anvers sera le port le plus moderne de l'Europe et l'importance de son trafic rejaillira sur la nation entière.

Mais, pour cela, l'opinion belge doit admettre les principes et les méthodes dont nous avons parlé. La tâche de la presse est délicate, elle n'est pas impossible. Qu'il me suffise de rappeler la répugnance des Français envers les livraisons en nature. Il a fallu quelques mois pour que le public les admît. Pour la Belgique, il y aurait peut-être avantage à traiter en même temps la reprise des marks que le Gouvernement a trouvés en rentrant après l'armistice. La solution du problème serait sans doute moins malaisée.

On nous demandera si l'Allemagne serait prête à souscrire à de telles combinaisons : l'empressement qu'elle mit à conclure les accords de Wiesbaden, les conditions avantageuses qu'elle consentit à la France nous garantissent son adhésion. La France n'a-t-elle pas obtenu de ne porter au crédit de l'Allemagne qu'une partie des livraisons en nature ? La réponse du cabinet Wirth à la Commission des Réparations propose d'augmenter les fournitures : cette offre date de dix jours seulement. L'assentiment des Alliés nous était acquis d'avance et expressément, dans les projets soumis à la Conférence de Cannes. Ceux-ci fixaient uniquement le maximum à exiger de l'Allemagne en 1922.

Tôt ou tard, les peuples qui attendent les Réparations en viendront à des idées de ce genre. Ceux qui pourront y arriver les premiers trouveront les plus grands avantages dans leur réalisation : plaise à Dieu que la Belgique ne soit pas la dernière !

F. Baudhuin.

Le trafic du charbon aux États-Unis

Les trois bassins houillers des États-Unis (1) sont d'importance fort inégale au point de vue de la production, de la qualité des charbons et des facilités de transport ; ils ont aussi devant eux des marchés bien différents. Si nous ajoutons à la population des États du bassin apalachien (30 millions environ) celle de la Nouvelle-Angleterre et des États qui de Boston jusqu'à la Floride bordent l'Atlantique, États qui tous ne peuvent recevoir que le charbon des Alléghanys, nous nous trouvons devant un marché non seulement de plus de 60 millions d'habitants, exposés régulièrement à des hivers rigoureux, groupés dans de grands centres et représentant l'élément riche et supérieur de la population américaine,mais devant un marché qui englobe toutes les régions industrielles des États-Unis sauf une, l'Illinois, et qui est sillonné en tous sens par des voies ferrées de circulation intense. Dans le centre du pays, du Michigan au Texas, du Nébraska à l'Illinois dominent les bois, les champs, les fermes, les terrains vagues où vit dispersée une population de 30 à 35 millions d'habitants. Les huit États du plateau des Rocheuses, dont plusieurs ont une population inférieure à celle de la ville d'Anvers, se partagent 4 millions d'habitants et les trois États qui du Mexique à Vancouver bordent le Pacifique, malgré leurs richesses agricoles, forestières, minières ont bien moins d'habitants que la ville de New-York. Or, 80 %, en général, du charbon gras est consommé par les chemins de fer (2), les fours à

(1) Cfr. Revue des Quest. Scient., janvier 1922. pp. 140-154. *L'extraction du charbon aux États-Unis.*

(2) Sur le réseau américain, de 500 000 kilomètres, circulent 65 000 locomotives, dont plusieurs brûlent du pétrole.

coke, les usines à gaz, les diverses industries, la navigation ; les 20 % restants représentent la part de l'exportation et des foyers domestiques qui dans l'Est sont principalement alimentés par l'anthracite. A l'Est donc, le marché est plus stable, il se ressent assez peu du jeu des saisons mais davantage du mouvement des affaires et de l'activité industrielle. L'exportation, dont nous parlerons plus loin, lui est réservée comme privilège de sa situation géographique. Au fur et à mesure que l'on s'avance vers le Centre et l'Ouest, l'usage du « soft coal » pour le chauffage domestique augmente, la vie industrielle se ralentit, les mailles du réseau ferré s'élargissent et les demandes saisonnières rompent la régularité des commandes et du transport. Le marché de charbon gras aux États-Unis est ainsi souvent désorganisé, ou plutôt il n'est pas organisé, pas plus que ne l'est l'épicerie au détail. Sa consommation n'est pas élastique : à l'encontre de plusieurs produits comestibles ou de matières premières, la considération du bas prix ne poussera pas une usine ni un foyer domestique à brûler plus de charbon que n'en requiert la nature du travail ou le degré de chaleur désirable. Si le consommateur ne brûle pas plus, il peut sans doute hâter et ainsi augmenter momentanément ses achats dont l'importance ne tardera pas à diminuer. Jusqu'en 1888 la Seabord Association régularisait comme un syndicat allemand la quote-part de ses membres et le prix des charbons expédiés aux ports de l'Atlantique ; le vote à la majorité des voix tranchait les questions débattues. Mais depuis lors, la loi Sherman a détruit ces ententes. Pendant l'année 1914, les propriétaires des mines de l'Illinois et de l'Indiana ont déclaré au président Wilson que depuis de longues années la situation de leur industrie était telle qu'ils avaient perdu tout espoir de bénéfices.

Soumis à des lois fédérales prohibant les accords en vue de la fixation des prix et de la répartition territoriale des commandes, à des lois d'États réglant les conditions

de l'exploitation, pris entre les syndicats ouvriers et les unions d'acheteurs, nous sommes incapables, déclaraient-ils, de réaliser des bénéfices, d'empêcher le gaspillage, de nous équiper et de nous outiller suffisamment pour protéger nos ouvriers contre les accidents. Le crédit des mines était très bas en 1914 et plusieurs se trouvaient aux mains des liquidateurs (1).

Plutôt que d'abandonner sa mine, le propriétaire préfère vendre sans bénéfice. Ralentir l'extraction, c'est augmenter les frais, et quand prix et profit baissent il n'ose augmenter ses frais et le voilà poussé à vendre même à perte. Si, pendant les années de guerre le marché a été plus soutenu, depuis 1919 la situation d'avant-guerre a réapparu. Aux États-Unis prévaut l'antique habitude et la tradition enracinée de ne pas constituer de stocks de charbon aux mines. On ne rencontre comme exception, et combien modeste, que des rames de wagons chargés rangés sur des voies de garage. La possibilité d'atteindre ainsi n'importe quand tous les clients, quelles que soient leurs commandes, suppose des mines nombreuses et de grande capacité, suppose chez les compagnies de chemins de fer un abondant matériel roulant, des équipes de manœuvres, des kilomètres de voies de garage. Si la capacité de production et de transport des mines et des railroads doit être assurée pour faire face aux demandes maxima temporaires et périodiques, par contre, la baisse entraîne la non-productivité d'un grand capital et un excès de main-d'œuvre. Ainsi, en 1913, les mines de charbon gras emploient 571 882 ouvriers pendant 232 jours de travail ; en 1914, 583 506 pendant 195 jours ; en 1915, 557 456 pendant 203 jours ; en 1916, 561 162 pendant 230 jours ; donc en 1913 et 1914, sur 304 jours ouvrables, on en compte 72 et 109 de perdus, soit 24 % et 36 %. Cela, à cause du manque de commandes. Par contre, en

(1) D'après M. Tryon de l'U.-S. Geological Survey.

1917 et 1918 les demandes se maintiennent mieux, mais l'insuffisance du matériel roulant entrave et arrête la production. Cette capacité de production dépassant la moyenne des besoins amène l'arrêt du travail aux mines et la chute des prix. D'après l'U. S. Geological Survey, le meilleur « working time » jamais atteint dans une semaine de 6 jours, fut 87 % du « full time » ou 48 heures, en juillet 1920. Son *Weekly Report* nous apprend que la productivité des mines et de la main-d'œuvre atteignait 16 millions de *tons* par semaine en décembre 1920 et que le maximum jamais atteint fut de 13 146 000 *tons*. Cette irrégularité dans la production est nuisible au mineur, car son salaire n'est pas assuré et il prendra facilement de mauvaises habitudes de travail ; elle est gênante pour le producteur, par la hausse du prix de revient, les difficultés d'administration et les inconvénients qu'entraîne la cessation partielle ou totale du travail ; gênante pour les railroads, dont les wagons en été encombrent les voies de garage ; désavantageuse pour le public, qui en hiver payera son charbon bien cher (1).

Pour remédier à la situation, plusieurs, frappés du grand nombre de jours de chômage, préconisent la constitution de dépôts de charbon chez les grands intermédiaires et de stocks aux mines. Ces stocks sont possibles pour le charbon apalachien — il en existe aux Northwestern Coal Docks de Duluth.— Quant au charbon de l'Illi-

(1) Comme pour d'autres articles, la vente du charbon se fait ou par contrat stipulant des livraisons pendant une ou plusieurs années, ou au jour le jour, ce que les Américains appellent « spot-sale ». Or, d'après M. Lesher, pour l'ensemble du pays, au moins 25 % du « bituminous » est livré d'après ce second mode de vente qui n'a pas l'avantage de régulariser l'extraction et d'en assurer la continuité. Une insuffisance momentanée de charbon, la crainte de la hausse des prix provoquent la concentration des demandes sur ce « spot-sale » ou « free coal ». A ce moment, les clients fournis par contrat, craignant l'irrégularité dans les livraisons entrent aussi sur ce marché et la hausse amène ainsi une production très irrégulière.

nois et du Centre, Mr Stock, dans *Mining and Metallurgy* (mars 1920) déclare l'opération possible mais avec de grandes précautions ; or de telles précautions coûtent. Ce charbon est sulfureux ; on craint sa combustion spontanée et une trop grande perte de matières volatiles. D'ailleurs, disent les Américains, l'endroit offrant pour un dépôt de charbon toutes les facilités et l'avantage du bon marché n'est-ce pas la mine elle-même ? (1)

A quoi aboutirait-on en créant des dépôts? A une répartition plus égale du travail : le nombre des jours de travail augmenterait d'avril à septembre et diminuerait de novembre à mars, mais cette activité plus régulière de toutes les mines est mal vue de beaucoup, qui craignent une production trop intense et l'encombrement du marché avec la chute des prix. La vraie cause de cette production par soubresauts est double : le caractère de plus en plus saisonnier de la demande au fur et à mesure qu'on avance vers le Centre et l'Ouest, et la facilité même avec laquelle les Américains extraient le charbon, rançon de leurs avantages naturels. Aussi longtemps qu'il n'y aura pas de limite à l'ouverture si aisée de nouvelles mines — et qui fixera ces limites ? — les hausses périodiques du « spot price » et les illusions sur le prix de revient, dans les veines épaisses de l'Illinois p. ex., stimuleront la production et favoriseront la création de nouvelles entreprises. Une fois lancées, plusieurs sont forcées d'intensifier leur

(1) La méthode appliquée aux couches de moyenne puissance, 2 à 4 mètres, si fréquentes dans les mines de « bituminous coal » comporte la reprise des piliers. Des chambres très longues, de 5 à 15 mètres de largeur, séparées par des piliers ou murs de charbon, sont tracées dans la couche d'exploitation ; la largeur de ces piliers est aussi réduite que possible et telle que le dépilage en retour ou « working home » puisse se faire sans difficulté. Cette méthode permet à un moment donné de forcer la production, car le charbon tracé, c'est-à-dire destiné à être dépilé, est suffisamment désagrégé et facilement abattu, il équivaut à un stock souterrain où l'on peut puiser et présente comparativement à ceux de la surface l'avantage de ne pas se détériorer, d'être dissimulé de manière à ne pas influer sur les conditions du marché.

production pour couvrir leurs frais. Souvent le seul moyen de se procurer l'argent nécessaire au paiement des intérêts est de produire et de vendre plus de charbon. L'ignorance du prix de revient, le désir de maintenir la mine en activité ont souvent poussé à une extraction dépassant la demande et ont amené des conséquences financières désastreuses.

Pendant les années 1916 à 1920, s'est manifestée une tendance vers l'unification ; on a parlé de consolidation de fortes compagnies, d'acquisition de rivaux, d'achats de mines par des compagnies de chemins de fer ou des industries, une « National Coal Association » apparut en 1917, mais d'autres forces ont agi en sens opposé. Les hauts prix et les bénéfices qui ont relevé les situations financières compromises avant 1914 ont non seulement amélioré l'outillage de plusieurs mines, mais augmenté le nombre et la productivité des entreprises. Laquelle de ces deux forces ou de ces deux tendances a fait le plus de progrès depuis six ans ? Chi lo sa ?

A ce marché intérieur qui pendant longtemps a été le seul, puis le plus important client des mines américaines, s'est ajouté un marché extérieur dont les commandes se multiplient. De leur énorme production, les États-Unis, avant la guerre, consommaient presque tout ; ils n'exportaient que 12 à 13 millions de tonnes. Leur population de 95 000 000 d'habitants à cette date consommait donc 400 millions de tonnes de charbon, signe de grande activité industrielle : la France avec ses 39 000 000 d'habitants n'en consommait pas 60 000 000. En Belgique, nous pouvions opposer en 1913 à une population de 7 500 000 habitants une consommation de 26 millions, proportion supérieure à celle du Royaume-Uni qui, déduction faite de ses énormes exportations, offrait à ses 45 000 000 d'habitants 215 000 000 de tonnes, y compris le charbon de soute. Pour établir, sur ces chiffres, des comparaisons exactes, il faudrait tenir compte de la rigueur

des hivers, de la consommation de pétrole, et de l'étendue du réseau déterminé par la superficie du territoire.

Des 12 ou 14 millions de tonnes exportées par les États-Unis, les 3/4 étaient dirigées sur le Canada dont les provinces les plus peuplées et exposées à un hiver long et rigoureux sont les voisines du bassin des Apalaches. Le reste était expédié à Panama et aux Antilles. Le rôle de fournisseur universel des pays pauvres était alors le privilège de l'Angleterre. En 1873, elle consommait encore les 7/8 de sa production (128 000 000 de tonnes), mais dix ans plus tard l'exportation a doublé (30 millions), elle atteignait 63 millions en 1903, dépassait 73 en 1913, mais tombait à 35 en 1919. Une forte diminution de son extraction (à peine 220 millions en 1919, contre 287 en 1913) et la hausse du prix de revient lui ont enlevé le monopole ; cette diminution tient en grande partie à celle du rendement de la main-d'œuvre. D'après M. Finley Gibson, secrétaire de la Southwales Coal Owners Association, ce rendement était de 332 tonnes en 1883, 271 tonnes en 1894, 275 tonnes en 1903, 254 tonnes en 1913, 225 tonnes en 1918, 218 tonnes pendant le premier semestre de 1919 et 175 tonnes pendant le second semestre, celui des journées de 7 heures.

Au pays de Galles, de 1913 à 1920, le nombre des personnes employées dans les charbonnages passe de 233 000 à 250 000 et pendant la même période la production descend de 57 à 46 000 000 de tonnes.

Des causes passagères mais toujours menaçantes et trop fréquentes comme les grèves, des causes permanentes comme l'outillage souvent défectueux, le travail à la main, contribuent aussi à cette diminution. Des mineurs restreignent la production pour diminuer les bénéfices et voient dans la banqueroute financière des mines un acheminement vers la nationalisation. Les travaux de recherches entrepris depuis 1900 ont fait reconnaître l'existence de plus de 400 milles carrés de nouveaux terrains

houillers dans le sud du Yorkshire, le North Notts, le Kent, qui ont tous un accès facile à la mer. La quantité de charbon disponible pour l'exportation dépend en grande partie des entreprises nouvelles. Or, l'installation et l'équipement d'un charbonnage moderne à grande profondeur coûtaient avant la guerre, en Angleterre, de 12 à 15 millions de francs ; il fallait 3 ans pour atteindre le charbon, 3 années supplémentaires pour obtenir une extraction raisonnable et ce n'était qu'au bout de 12 ans qu'un tel charbonnage pouvait arriver à une extraction d'un million de tonnes par an. Actuellement un tel travail coûterait plus du double. La guerre a interrompu tout travail de sondage et de foncement de puits et cet arrêt dans le développement de l'industrie charbonnière, disait en 1919 la « Coal Commission », amènera vers 1924 une situation fort grave. Si les heures de travail ont diminué, les salaires moyens ont diminué ; de 6 sh. 3 par tonne en 1914, ils sont montés à 12 sh. 2 en 1918. Dans le pays de Galles du Sud, les frais de production à la fosse ont été de 43 sh. pendant le 3e trimestre de 1920, de 54 sh. par tonne au premier semestre de 1921 ; aux États-Unis, ils sont d'environ 13 à 14 sh. par *ton*. M. Gould, député, disait à la Chambre des Communes (10 mars 1921) : « Les charbons allemands expédiés actuellement en France sont détournés de leur ancienne destination qui était la Scandinavie et l'Europe centrale. Ces derniers pays ont des besoins urgents de charbon anglais, mais ne peuvent les obtenir à des prix acceptables ; ils se procurent ceux des États-Unis. Nous avons réellement exploité le peuple italien en lui vendant le charbon à des prix exorbitants. La conséquence en a été que l'Italie vient de conclure d'importants contrats de 5 ans avec les États-Unis ».

Le même fait s'est produit en Argentine et au Brésil. Le charbon des Apalaches pénètre en Autriche et en Suisse par Trieste et Fiume !

L'exportation actuelle des charbons américains n'est

donc pas simplement la conséquence momentanée d'un appauvrissement causé chez son concurrent par une grève ou d'autres circonstances passagères. Elle se maintiendra aussi longtemps que l'Angleterre n'aura pas triomphé des difficultés sociales et économiques que nous venons de rappeler. Cette exportation est une nécessité pour l'Angleterre qui importe et doit importer sa nourriture et ses matières premières ; les États-Unis produisent leur nourriture et trouvent chez eux bien plus de matières premières que l'Angleterre, mais il leur est, et il leur sera toujours difficile de trouver un fret de retour pour les charbonniers qui ravitaillent l'Europe. Ils réussiront mieux en Amérique du Sud, en Amérique centrale et en Afrique, d'où ils rapporteront café, laines, caoutchouc, etc. Les armateurs anglais considèrent plus ou moins le charbon comme du lest et acceptent pour son transport des frets minima ; grands importateurs de matières premières, de grains et graines, ils ont l'avantage d'un choix beaucoup plus étendu de frets de retour.

Exportations du charbon américain pendant les années finissant le

	30 juin 1920	30 juin 1921	année civile 1913
Anthracite	4 700 000 t.	4 800 000	
bitumineux			
Vers la France	1 400 000	3 200 000	47 000
Italie	2 800 000	2 000 000	776 000
Hollande	1 300 000	1 500 000	200
Suède	480 000	980 000	
Canada	10 500 000	15 700 000	10 000 000
Cuba	1 200 000	800 000	
Argentine	900 000	1 500 000	
Brésil	500 000	900 000	
Divers	1 900 000	5 400 000	
Total.	25 680 000	36 780 000	

Les principaux consommateurs en Argentine sont les chemins de fer, c.-à-d. des compagnies anglaises (réseau

20 000 milles). Jusqu'en 1913, 98 % du charbon consommé venait d'Angleterre ; en 1920, cette proportion tomba à 13 %, celle des États-Unis monta à 87 %.

Vu les conditions naturelles si avantageuses de l'exploitation aux États-Unis, les salaires représentent environ les 3/4 des dépenses totales de l'extraction et du chargement. Les industriels américains considèrent les salaires actuels comme trop élevés pour pouvoir se maintenir longtemps à ce taux. En 1920, le salaire d'un travailleur ordinaire s'élevait à 7.50 $ au lieu de 2.85 en 1916, et cela parce que les mineurs sont bien organisés, les mieux organisés des diverses catégories d'ouvriers et parce que les jours de travail n'atteignent pas le « full time ».

Contrairement à ce que nous avons constaté plus haut en Angleterre, le rendement moyen par homme et par jour augmente régulièrement. Pour l'anthracite, il passe de 1,85 tonne en 1890 à 2 tonnes en 1914 et 2,30 en 1918 ; pour le charbon gras, de 2,56 à 3,70 et 3,80 *tons* dans les mêmes années. Ces chiffres n'indiquent qu'une moyenne générale. La moyenne journalière la plus haute appartient à l'Utah : 5,50 en 1916 ; 4,20 environ pour l'Illinois, l'Indiana, le Wyoming, la Virginie, mais à peine 2 ou 2,50 au Texas, au Michigan et dans l'Iowa. Chaque année présente les mêmes écarts mais les tenants des records ne sont cependant pas toujours les mêmes. En Belgique, les conditions difficiles de notre exploitation abaissaient notre moyenne à une demi-tonne avant la guerre. Avec des couches minces comme les nôtres, 1000 tonnes par siège et par jour est rare, et si la mine est grisouteuse, à cause des restrictions de tout genre qu'entraîne la présence de ce gaz, ce chiffre sera ramené à 7 ou 600 tonnes. A cause de l'épaisseur des couches, le travail minier se pratique aux États-Unis presque exclusivement dans le charbon ; les ouvriers à veine, ou « miners » qui sont les ouvriers producteurs, constituent

la presque totalité du personnel du fond (1). Il est aussi facile d'aménager dans ces couches de larges voies en ligne droite où le transport souterrain peut se faire mécaniquement d'une façon intensive avec le maximum d'avantages. Les locomotives électriques y traînent 50 à 60 wagons de 2 tonnes. A la surface, les procédés automatiques d'évacuation des cages et de culbutage des wagonnets réduisent le personnel.

Pour leur production totale de charbon, environ 25 fois plus considérable que la nôtre, les États-Unis se contentent d'un nombre d'ouvriers 5 fois plus grand (2) ; ce nombre va de 720 000 à 762 000 hommes pour les années 1915 à 1918. Les avantages naturels précédemment rappelés expliquent cet écart, mais aussi la différence dans le mode de travail. Le havage à la main est la partie délicate, pénible, dangereuse du travail du mineur, elle exige une habileté que l'ouvrier n'acquiert qu'avec le temps. Or le recrutement de la main-d'œuvre des mines est difficile. Le travail mécanique a l'avantage d'offrir un emploi à la main-d'œuvre moins habile, de diminuer le prix de revient et d'augmenter la production. En 1890, le charbon exploité par machine aux États-Unis ne représentait que 5 % de la production totale, 35 % en 1908, 56 % en 1918. Le charbon obtenu par les haveuses mécaniques contient en plus 20 % de gros blocs, si on le compare à celui qui est extrait à la main ; la sous-cave obtenue par la machine est plus profonde et ainsi livre plus de charbon avec la

(1) En 1918, dans les mines de charbon gras, les ouvriers du fond représentaient 85 % de la main-d'œuvre employée ; 60 % de ce total étaient des ouvriers à veine et chargeant le charbon 6 % étaient employés aux pompes et aux machines. Dans les mines d'anthracite, le fond n'occupe que 69 % des ouvriers.

En Belgique, en août 1920, sur 158 000 ouvriers de fond et de surface (soit 20 000 de plus qu'avant-guerre), l'on ne comptait sur 108 000 ouvriers du fond que 22 500 ouvriers à veine.

(2) De 1900 à 1916, 60 % seulement des ouvriers travaillaient 8 heures, les autres acceptaient la journée de 9 et 10 heures ; depuis 1918, 91 % des ouvriers se sont ralliés à la journée de 8 heures.

même quantité d'explosif et réduit le nombre des abatteurs tout en accélérant la production.

A leurs nombreux records industriels ou économiques, les Américains doivent malheureusement ajouter celui des accidents dans leurs charbonnages. D'après M. Watteyne, inspecteur général des mines, (année 1908), la moyenne, de 1900 à 1907, d'ouvriers tués sur 10 000 occupés au fond et au jour était de 38 pour les États-Unis, 20 à 25 pour l'Espagne et la Russie, 17 en Allemagne, 13 en Angleterre, 12 en France, 10 en Belgique. Nous tenons là un record qui fait honneur à notre corps des mines, à nos ingénieurs et ouvriers mineurs, d'autant plus que les mines belges sont les plus dangereuses du monde à beaucoup de points de vue. C'est aux éboulements et aux explosions que ces accidents sont dus surtout aux États-Unis ; la préoccupation de produire beaucoup et à bon marché tend aussi à négliger la sécurité. L'agent moteur des machines, la manipulation des câbles (500 volts ordinairement), l'espace restreint dont on dispose surtout dans les veines plus minces exposent les ouvriers à des contacts, donc à des dangers, si le câble est défectueux. Les étincelles du moteur de la haveuse et celles dues à la rupture du courant peuvent provoquer des inflammations de grisou ; et, là où la présence du grisou a été reconnue, il faut enfermer soigneusement les parties où les étincelles peuvent se produire. Un grand nombre d'accidents sont dus aussi à la diversité et à l'inhabileté de la main-d'œuvre. L'accroissement rapide de la production a nécessité un recrutement international. Les immigrants n'ont pas la notion du travail des mines ni la connaissance de l'anglais ; des interprètes leur expliquent les choses essentielles, mais cette intervention ne suffit pas. Dans une mine, — et le cas n'est pas si extraordinaire, car dans la région du minerai de fer la situation est la même — sur 2700 ouvriers, on en comptait 900 de langue anglaise, 378 italiens, 200 japonais, 270 de langue alle-

mande, 63 chinois, 380 croates, slovènes et dalmates, 30 français, 40 grecs, 80 scandinaves, 40 polonais, 25 russes, etc. ! C'est aux États qu'est réservée la législation minière, aussi les règlements de travail sont-ils plus ou moins complets et variables. L'inspection officielle est effectuée par des State Inspectors, nommés ou par le Gouverneur de l'État, ou par les patrons et les ouvriers, ou par le suffrage de tous, mais toujours pour une période limitée.

Dans un pays où les chemins de fer transportent bon an mal an 70 000 000 tonnes de minerai, 40 000 000 tonnes d'acier, 50 000 000 tonnes de foin, des millions de tonnes de grains et de produits bruts, les 600 millions de tonnes de charbon représentent un fret dont la voie d'eau ne leur enlève qu'une minime fraction. Le charbon de soute et d'exportation a des centaines de kilomètres à franchir avant d'atteindre Norfolk, Baltimore, Philadelphie, New-York ; celui que consomme la Nouvelle-Angleterre lui parvient par rail ou par cabotage au départ de ces mêmes ports ; le charbon nécessaire aux populations du Dakota, du Minnesota, du Canada, nécessaire à leur industrie du fer et du cuivre, à leurs chemins de fer, à leurs fabriques de pâte à papier, leur arrive par les lacs, mais c'est par voie ferrée que les houilles de Pensylvanie et d'Ohio atteignent les ports d'embarquement du lac Erié. Aussi des compagnies de chemin de fer, comme l'Illinois Central, le New-York Central, le Chesapeake and Ohio, le Chicago Burlington et d'autres transportent-elles chacune de 15 à 25 millions de tonnes de charbon, le Baltimore and Ohio 35, le Pensylvania RR. de 65 à 70 000 000. Leurs puissantes locomotives et leurs wagons de 50 tonnes permettent d'assurer ces services dans de bonnes conditions. Par leur énorme consommation de combustible — 170 millions de tonnes, ou plus de 25 % de l'extraction — les compagnies de chemin de fer se placent au premier rang des clients des mines. Sur les lacs, grâce à l'outillage merveilleux des ports, aux dimensions des écluses du Soo,

à l'existence d'un double courant de marchandises (charbon vers l'Ouest, minerai et grains vers l'Est), à l'outillage et aux dimensions des cargos, les transports sont parfaitement organisés. En 80 heures, un cargo dont les cales contiennent 16 000 tonnes de charbon va de Cleveland à Duluth. Tout est calculé en vue de l'intensité du trafic, parce que de décembre au mois d'avril l'hiver interrompt la navigation sur les lacs. Aussi les marchés du Minnesota, du Dakota, du Wisconsin représentent-ils pour les mines de Pensylvanie, de Virginie même, une précieuse clientèle d'été qui régularise leur marché. Les docks de Duluth peuvent recevoir 12 000 000 tonnes de charbon.

En dehors des lacs, la seule voie d'eau utilisée pour le charbon est celle de l'Ohio avec son affluent la Monongahela. De longs trains, composés de 8, 10 et 20 barges accouplées et portant jusqu'à 50 000 tonnes, sont remorqués par des vapeurs dont la roue motrice est à l'arrière. Ils descendent l'Ohio, le Mississipi et quelques-uns atteignent New-Orléans. Formés souvent de madriers et de planches cloués et joints tant bien que mal, ces chalands une fois arrivés en Louisiane y sont vendus comme vieux bois, la remonte du fleuve étant trop difficile et trop lente. Plusieurs compagnies minières possèdent une flottille ; la Monongahela River Consolidated Coal and Coke C° avait, en 1910, 200 remorqueurs.

Par coke l'on entend avant tout le coke métallurgique, mais aussi le coke fabriqué pour les usages domestiques et les emplois dans lesquels il importe d'obtenir un combustible sans fumée. Chose rare, il se rencontre à l'état naturel au sud du Colorado sur une superficie de 1000 hect. à 30 mètres de profondeur. Le dépôt a une puissance de 5 mètres ; la texture de ce coke est bonne et l'analyse accuse une teneur élevée en carbone.

Indépendamment de l'existence de charbons de qualités requises, l'industrie du coke s'est développée aux États-

Unis par l'essor de la métallurgie, l'accroissement de l'emploi du coke dans la consommation domestique et l'amélioration des méthodes de fabrication. Elle ne se cantonne pas seulement dans les régions houillères, mais elle est établie au Massachusetts, au Minnesota, au New-Jersey où arrivent les charbons de diverses provenances. Le district le plus important est celui de Connelsville ; son charbon est considéré comme le combustible idéal des fours à ruche. Ce coke est tenu par les métallurgistes américains comme sans rival pour les hauts-fourneaux. Pendant longtemps, les Américains n'ont connu que les fours à ruche où tous les sous-produits se perdaient, gaspillage effrayant qui nous écœure, mais qui leur semble tout naturel. Il s'explique en partie par la demande insuffisante des sous-produits — les produits ammoniacaux auraient trouvé leur clientèle ; mais l'industrie des colorants n'existant pas, le goudron, le benzol n'avaient pas de marché — par la concurrence que le gaz naturel très abondant faisait au gaz des fours dans les districts métallurgiques, et par l'immensité des réserves de combustible favorisant les habitudes de gaspillage.

Ce n'est qu'en 1893 que furent installés les 12 premiers fours à récupération; la guerre a eu pour résultat d'accélérer leurs progrès.

	Fours à récupération		Fours à ruche	
	Coke produit	% de la produc. totale	Coke produit	% de la produc. totale
1893	12 000 t.	—	9 500 000	99,9
1900	1 000 000	5	19 500 000	95
1914	11 000 000	32	23 000 000	67,5
1918	26 000 000	46	30 000 000	54

En 1918, l'on comptait 3392 fours à ruche de moins et 1400 fours à récupération de plus qu'en 1917.

En 1918, 61 317 fours à ruche emploient 48 000 000 t. de charbon donnant 30 480 000 tonnes de coke valant

189 000 000 $ et la même année, 8 904 fours à récupération emploient 36 000 000 tonnes de charbon pour livrer 26 000 000 tonnes de coke valant 193 000 000 $. Des 55 000 000 de tonnes produites, 26 700 000 l'ont été en Pensylvanie, 5 300 000 dans l'Ohio, 4 300 000 dans l'Alabama. L'exportation ne dépasse pas 1 500 000, dont 95 % vont au Canada et au Mexique. Le charbon utilisé dans les fours à récupération est ordinairement un mélange de charbon riche en matières volatiles, ou « gas coal » comme celui du Kentucky oriental, de la Virginie occidentale, de la Pensylvanie méridionale, avec des houilles pauvres en matières volatiles ou « smokeless » de Pocahontas et de Pensylvanie centrale. Ce dernier est aussi transporté dans ce but jusque dans l'Illinois, l'Indiana, le Minnesota. Malgré leur production de goudron de houille (tar), les États-Unis dépendaient avant la guerre presque entièrement de l'Europe, c.-à-d. de l'Allemagne pour les produits chimiques dérivant de ce goudron, à cause des progrès peu sensibles chez eux de l'industrie de ces produits dérivés. Depuis la guerre, la situation a bien changé ; ces industries des colorants existent et le nouveau tarif douanier entend les défendre contre les importations étrangères. En 1918, les sous-produits obtenus dans les fours à récupération (goudron 263 millions de gallons, benzol 44 millions, toluol 8 millions, gaz et produits ammoniacaux) représentaient une valeur de 75 millions de dollars.

L'industrie des briquettes est aussi toute récente ; elle n'existait pas encore en 1900, chose étonnante puisque la matière première (fines d'anthracite et de charbon gras) est si abondante, mais une certaine rareté de main-d'œuvre, l'abondance et le bon marché de divers combustibles bruts expliquent ce retard. Comme liant ou agglutinant, le « coal tar pitch » ou poix de goudron de houille, et l'« asphaltic pitch », poix d'asphalte, donnent d'excellents résultats. Ce goudron est fourni en abondance aux

États de l'Est par leur industrie du coke et à ceux de l'Ouest par les raffineries de pétrole à base d'asphalte. Mais, d'après M. Parker, de l'« U. S. geological Survey », le développement de l'industrie des briquettes a été longtemps entravé par la crainte d'un approvisionnement insuffisant de brai ou goudron, tandis que l'essor des fours à coke à récupération a été arrêté pas défaut de demande de goudron !

Comme l'anthracite devient de plus en plus un article de luxe relatif, les briquettes ont un marché ouvert devant elles ; avec elles on peut constituer un stock de combustibles capables de supporter l'emmagasinage sans trop se détériorer et utiliser des richesses, gaspillées et abandonnées jusqu'à présent (1).

En 1908, des fabriques de briquettes existaient dans les États de New-York, Pensylvanie, Californie, Michigan, Minnesota ; la production a atteint 218 000 *tons* en 1911 et 406 000 en 1917.

J. Charles, S. J.

(1) Dans une conférence donnée pendant la guerre, à l'Université de Wisconsin, M. Van Hise rappelait que pour éviter l'obstruction, le menu était tout simplement brûlé comme la sciure de bois aux abords des scieries.

Guillaume de Moerbeke

et le

Traité des Corps flottants d'Archimède

Guillaume de Moerbeke ! Nom connu, célèbre même chez les hellénistes et les historiens de la philosophie du Moyen Age. Nul d'entre eux, en effet, ne l'ignore, c'est par Guillaume que saint Thomas d'Aquin et les autres grands docteurs scolastiques du XIIIe siècle furent mis en possession d'une partie des œuvres d'Aristote. Mais il y a bien peu d'années que l'on sait le rôle non moins important de Moerbeke dans l'histoire de l'hydrostatique. Depuis quelque temps je cherchais l'occasion d'en entretenir les lecteurs de la REVUE. Deux ouvrages récents me l'apportent : la belle traduction française des *Œuvres complètes d'Archimède*, par M. Paul Ver Eecke (1), et le troisième volume de la seconde édition

(1) *Les Œuvres complètes d'Archimède, traduites du grec en français avec une Introduction et des Notes*, par Paul Ver Eecke, Ingénieur des Mines (A. I. Lg.), Inspecteur général du Travail, Paris et Bruxelles, Desclée-De Brouwer, 1921. Un volume grand in-8° de LX-553 pages.

Ce serait me répéter que de donner ici un compte rendu détaillé de ce magnifique ouvrage. J'ai eu l'honneur de le présenter à Tournai, en décembre 1921, aux membres de la 1re Section de la Société scientifique en faisant remarquer les difficultés particulières que présentait la traduction des ouvrages d'Archimède et la manière heureuse dont M. Paul Ver Eecke les avait vaincues. Ma communication a paru dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (t. XLI, année 1921-1922, 1re partie, pp. 58-62).

J'insiste cependant ici sur un détail.

Quand on aborde pour la première fois l'étude d'Archimède, le

des *Archimedis opera omnia*, par M. Heiberg, paru à Leipzig pendant la guerre (1). Aux spécialistes de l'histoire des mathématiques grecques je n'apprendrai peut-être pas grand'chose ; mais aux autres lecteurs, je me propose de montrer l'un des principaux titres de gloire de Guillaume de Moerbeke trop oublié, même des Belges, ses compatriotes.

I

Qui était Guillaume de Moerbeke ? Je n'en connais ni biographie détaillée, ni bibliographie convenable. Dans son *Histoire des Sciences mathématiques et physiques chez les Belges* (2), Quetelet en dit à peine quelques mots ; Demanet, dans la *Biographie Nationale* (3), est très incomplet ; les quatre ou cinq pages, d'ailleurs intéressantes, que M. De Wulf lui consacre, dans sa monographie d'Henri Bate (4), sont tout au plus une

Syracusain est dur à comprendre. Il est presque nécessaire de le moderniser et de le lire d'abord en notations algébriques. Mais, à cette transformation, l'immortel géomètre perd du tout au tout. A défaut du texte grec, on n'apprécie Archimède que dans une traduction littérale, à laquelle il faut nécessairement revenir après coup.

L'ouvrage de M. Paul Ver Eecke nous fournit cette traduction. Mais, de plus, les très nombreux éclaircissements dont l'auteur l'accompagne à chaque page nous donnent l'équivalent d'un Archimède traduit en notations modernes.

(1) *Archimedis Opera Omnia cum Commentariis Eutocii*, iterum edidit J. L. Heiberg, Professor Hauniensis, t. III, Leipzig, Teubner, 1915. Un volume petit in-8° de XCVIII et 448 pages.

Les XCVIII pages contiennent les *Prolegomena* qui sont une mine inépuisable de renseignements de toutes sortes relatifs à Archimède. Pour ne pas multiplier démesurément les notes du bas des pages, nous dirons ici une fois pour toutes, que principalement dans la seconde partie de notre travail nous y avons beaucoup puisé.

(2) Bruxelles, Hayez, 1864, pp. 45.

(3) T. VIII, Bruxelles, Hayez, 1884, 1885, col. 467-469.

(4) *Henri Bate de Malines*, par Maurice De Wulf. ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE ; BULLETIN DE LA CLASSE DES LETTRES, année 1909, Bruxelles, Hayez, pp. 466-471.

ébauche qui nous permet d'entrevoir ce que devrait être l'étude de la vie et de l'œuvre de Moerbeke.

Sans doute, et je le répète, le nom de Moerbeke est bien connu dans le monde des hellénistes et dans celui des historiens de la philosophie du XIIIe siècle. Mais il l'est, même chez eux, de cette manière toute sommaire dont sont parfois connus les noms de bien des savants du Moyen Age, je veux dire, uniquement par le titre des ouvrages qui leur sont attribués. En l'espèce, aucun helléniste, aucun historien de la philosophie scolastique n'ignore les *Aristotelis politicorum Libri octo cum vetusta translatione Gulielmi de Moerbeka* (1), publiés en 1872, chez Teubner, à Leipzig, par François Susemihl. Mais que rappelle au lecteur, le nom de Gulielmus de Moerbeka ? Un simple nom propre, rien de plus.

Ce nom propre a plus d'une fois, cependant, piqué la curiosité des érudits. Néanmoins une monographie complète de Guillaume de Moerbeke reste à faire. Elle demanderait des recherches assez laborieuses dans les manuscrits des principales bibliothèques de l'Europe. Ne pouvant songer à entreprendre pareil travail, je ne puis que l'indiquer. Mais en attendant que s'y mette quelque jeune chercheur, voici d'après Echard (2), Paquot (3), Tournon (4) et Daunou (5), les traits les plus

(1) Pour épargner aux lecteurs des recherches inutiles, je crois bon de faire remarquer que cette édition ne fait pas partie de la grande collection des classiques latins et grecs, éditée chez Teubner.

(2) *Scriptores Ordinis Praedicatorum*... inchoavit R.P.F. Jacobus Quétif, absolvit R.P. Jacobus Echard... T. I, Paris, Bullard et Simart, 1719; pp. 388-391, avec une addition T. II. p. 818.

(3) *Mémoires pour servir à l'histoire littéraire des dix-sept Provinces des Pays-Bas, de la Principauté de Liége et de quelques contrées voisines* (par Paquot), t. III. Louvain, Imprimerie Académique, 1770, in-4°, pp. 23-25; dans l'édition in-8°, Louvain, Imprimerie Académique, t. XIII, 1768, pp. 89-99.

(4) *Histoire des hommes illustres de l'Ordre de Saint Dominique*, par le R.P. A. Tournon, t. I, Paris, Babuty, 1745. Liv. IV, n° XXXV, pp. 410-413.

(5) Guillaume de Moerbeke, Dominicain. Sa vie, publiée dans

saillants de la carrière de Moerbeke. Ces quatre historiens semblent d'ailleurs avoir puisé leurs renseignements à peu près aux mêmes sources.

Guillaume naquit vers 1215 à Moerbeke-lez-Grammont. Tournon, assez mal placé, j'en conviens, pour être exactement renseigné sur la géographie de nos Provinces, affirme avec aplomb que Moerbeke n'est autre que Ninove. « Moerbeca, aujourd'hui Ninova, dit-il (1), petite ville des Pays-Bas, au comté des Flandres, sur les confins du Brabant, a été la patrie de l'illustre prélat (Guillaume de Moerbeke) que quelques-uns appellent *Brabantin*, et que les autres mettent parmi les savants ou écrivains de Flandre. » Si Tournon avait disposé d'une de nos cartes de Belgique, un rapide coup d'œil lui eût appris que Moerbeke-lez-Grammont, loin d'être située au nord de cette ville vers Ninove, l'est au contraire à l'est dans la direction d'Enghien.

Dès sa jeunesse, Moerbeke s'adonna à l'étude des lettres et y réussit fort bien. Attiré vers la vie religieuse, il se présenta aux Frères prêcheurs et fut reçu par eux dans la maison de leur Ordre à Louvain. De là, il se rendit à Cologne, où il suivit les leçons d'Albert le Grand, puis on le perd de vue jusqu'en 1268. Ses biographes conjecturent tous qu'il fit alors un séjour prolongé en Orient. A défaut de preuve péremptoire, ils donnent quelques arguments fort plausibles. Le principal est la connaissance parfaite du grec et des langues orientales dont Guillaume fit preuve dès 1268, à une époque où ces langues étaient presque complètement ignorées dans l'Occident latin. D'autre part, un séjour de Guillaume en Orient s'expliquerait d'autant mieux que depuis la

Histoire littéraire de France, ouvrage commencé par les religieux bénédictins de la Congrégation de Saint Maur et continué par des membres de l'Institut,... t. XXI, Paris, Firmin-Didot,... Treuttel et Wurz, 1848, pp. 143-150.

(1) *Ouv. cité*, p. 410.

conquête de Constantinople par les croisés, les liens s'étaient resserrés entre l'Église grecque et l'Église latine. Profitant de ce rapprochement, les chapitres généraux de l'Ordre de Saint Dominique s'étaient habitués à envoyer chaque année plusieurs religieux chez les Orientaux. Le choix de Moerbeke était tout indiqué.

En mai 1268, nous trouvons Guillaume à Viterbe auprès du pape Clément IV, qui en fit son chapelain et l'honora de la charge de pénitencier. Le religieux flamand mettait alors la dernière main à sa version des *Éléments de Théologie de Proclus de Tyr* (1), ouvrage qui eut de la vogue à cette époque. Après la mort de Clément IV, Moerbeke fut confirmé dans sa charge de pénitencier par les successeurs de ce pontife, Grégoire X, Innocent V et Adrien V.

Nous arrivons à la période la plus brillante de sa carrière. L'espoir de réunir sous un même chef les Églises d'Orient et d'Occident préoccupait alors les esprits de l'Europe entière. Cette union faisait surtout l'objet de toutes les sollicitudes de la Cour de Rome. Les échanges de vues entre les Souverains Pontifes, les Empereurs grecs et les Patriarches de Constantinople provoquaient une correspondance assidue. Moerbeke se trouvait d'ordinaire chargé d'écrire les lettres du pape et de traduire les réponses des Orientaux. Ces négociations conduisirent, on le sait, à la convocation du second concile œcuménique de Lyon. Notre compatriote y fut un jour mis singulièrement en vedette. Écoutons le récit de Tournon (2), emprunté aux Actes du Concile (3).

(1) Proclus de Tyr est ce même Proclus si connu chez les historiens des mathématiques grecques par son Commentaire sur le premier livre des *Éléments* d'Euclide. Le texte grec des *Institutiones theologicae* a été édité à Paris avec une traduction latine, en 1855, par Frédéric Dubner, dans la collection des classiques grecs d'Ambroise Firmin Didot.

(2) *O. c.*, p. 411.

(3) « Sacrosancta Concilia... studio Philip. Labbei et Gabr. Cossartii Soc. Jesu presbyterorum, tomi XI pars I... Lutetiae Parisio-

« Le ministère de ce savant homme, dit-il, fut d'un grand secours au pape Grégoire X et à tous les évêques latins pour lutter avec ceux qui étaient venus d'Orient à la suite du Patriarche Germain et des ambassadeurs de l'Empereur Michel Paléologue. On sait que dans la messe solennelle que le pape célébra dans l'église Saint-Jean de Lyon, le 29 de juin 1274, en présence de tous les Pères du concile, on chanta l'épître, l'évangile et le symbole en latin et en grec. Le symbole... fut chanté très solennellement en grec par le patriarche Germain avec tous les évêques grecs de la Calabre, et deux pénitenciers du pape, l'un jacobin, l'autre cordelier, qui savaient le grec, et qui chantèrent trois fois l'article célèbre disputé par les Orientaux, touchant la procession du Saint-Esprit... Les actes du concile nous apprennent que le premier était notre Guillaume de Moerbeke, le second s'appelait Jean de Constantinople, frère mineur ».

Quand les Pères réunis à Lyon se séparèrent, Moerbeke se retira en Italie, où peu de temps après il assista à la mort du pape Grégoire X. Au mois de septembre 1276, Jean XXI voulut donner à l'Église de Corinthe un pasteur capable de l'édifier par ses vertus et de l'instruire par son érudition. Il jeta les yeux sur Guillaume et le nomma archevêque de Corinthe. On ne connaît pas la date exacte de son sacre, mais elle est antérieure au mois d'octobre 1277. « Cela paraît, dit Tournon (1), par les dernières lignes d'un de ses ouvrages dont on conserve le manuscrit dans la Bibliothèque Colbertine. » D'après Gams (2), Moerbeke prit possession de son siège en 1281. Le même Gams lui donne, en 1297, comme successeur sur ce siège de Co-

rum, Impressis Societatis Typographicae Librorum Ecclesiasticorum »... 1671, col. 958.

(1) *O. c.*, p. 412.

(2) *Series episcoporum Ecclesiae catholicae...*, edidit P. Pius Bonamicus Gams, O. S. B., Ratisbonne, Mans, 1872, p. 431.

rinthe, Mathieu de Osenio, de l'Ordre de saint Dominique. On peut en conclure, qu'en 1297 Moerbeke était mort.

Il importe de remarquer, sans toutefois nous y arrêter, que Foppens (1) a raison quand il blâme Valère André (2) de s'être rallié à l'opinion de Georges Colvener d'Alost, qui confond, dans sa *Vie de Thomas de Cantimpré* (3), notre Moerbeke avec son célèbre compatriote. Les deux Dominicains brabançons sont certainement des personnages distincts. On s'étonne qu'on ait pu jadis en douter.

Par ses grandes relations, notamment par ses attaches à la Cour pontificale, Guillaume de Moerbeke pouvait se considérer comme le protecteur attitré des savants. Nous n'en nommerons ici que deux : Henri Bate et Vitellion. Si nous les préférons à tant d'autres comme théologiens ou comme philosophes, plus illustres que ceux-ci, c'est qu'ils ont laissé un nom, le premier dans

(1) *Bibliotheca Belgica*... T. I, curâ et studio Joannis Franciscei Foppens Bruxellensis... Bruxellis, per Petrum Foppens... 1739 ; p. 417, col. 1.

(2) *Valerii Andreae Desselii I. C. Bibliotheca Belgica*... Lovanii, typis Iac. Zegheri, 1663, p. 350.

(3) *Vita Thomae Cantipratani, potissimum ex operibus ejus, conscripta per Georgium Colvenerium.*

Cette vie a été publiée en tête d'un ouvrage singulier de Thomas de Cantimpré, souvent cité en abrégé par les mots *Bonum universale*, ou encore *De Apibus*, et dont voici le titre complet :

Thomae Cantipratani S. Th. Doctoris, Ordinis S. Dominici Et Episcopi Suffraganei Cameracensis Miraculorum Et Exemplorum Memorabilium sui temporis Libri Duo. In quibus praeterea, ex mirifica APUM *Repub. universae vitae bene et Christiane instruendae ratio (quo vetus* BONI UNIVERSALIS *alludit inscriptio) traditur et artificiose pertractatur.* Ad exemplaria complura cum mss. tum excusa collati, ab innumeris mendis expurgati, aucti, et notis illustrati. Operâ et studio Georgii Colvenerii Alostensis S. Th. Licent. et Professoris ac librorum in Academia Duacensi Visitatoris. Duaci, Ex Typographia Baltazaris Belleri sub Circino aureo, anno 1605. Permissu superiorum.

Thomas de Cantimpré naquit, en 1201, à Leeuw-Saint-Pierre, près Bruxelles, et mourut le 15 mai 1263. Il se rendit célèbre surtout comme hagiographe.

l'histoire de l'astronomie, l'autre dans celle de la physique.

Né à Malines, docteur en théologie de l'Université de Paris, chantre et chanoine de la cathédrale de Saint-Lambert à Liége, Bate était pour Moerbeke un compatriote. Le chanoine et le religieux se connurent-ils en Flandre ? Peut-être, mais ils se rencontrèrent certainement au Concile de Lyon. C'est dans l'intervalle des séances que Moerbeke engagea Bate à écrire son traité de l'*Astrolabe*. Resté deux siècles en manuscrit, l'*Astrolabe* fut publié, chez Ratdolt, à Venise, dès 1485, dès l'invention de l'imprimerie peut-on dire. La Bibliothèque de l'Université de Gand (1) et la Bibliothèque Royale de Belgique (2) possèdent chacune un exemplaire de ce rare et précieux incunable. Bate nous apprend lui-même au début de son ouvrage ce qu'il doit aux conseils et aux encouragements de Moerbeke.

(1) Coté : *Res.* 349.

Cet incunable composé de 57 feuillets non numérotés de format in-4° contient trois parties :

1° ff°. 2 r°-38 v° : Incipit liber Abraham iudei de natiuitatibus... Explicit feliciter liber abraham iudei : Utilissimus in ea parte astrologie q.; de natiuitatibus tractat : cum figuris exemplaribus singulis domibus antepositis.

2° ff° 39 r°-53 r° : Magistralis compositio astrolabii hanrici bate ad petitionem fratris Vuilhelmi de morbeka ordinis p(rae)dicatorum domini pape penitentiarii et ca..... Expletum est hoc opusculum ab hanrico bate in villa machliniensi : luna coniuncta ioui in domo septima : ascendente leone. Anno domini 1274. quarto idus octobris : ad petitionem fratris vuilhelmi de morbeca : ordinis predicatorum : domini pape penitentiarii et capellani.

3° ff° 53 r°-57 r° : Volentes quidem vera loca planetarum coequare per instrumentum nostrum ad hoc specialiter ingeniatum sic procedemus... Finit feliciter opusculum abrahe iudei de natiuitatibus cum exemplaribus figuris singulis domibus antepositis : Et magistralis compositio astrolabii Hanrici bate. Impressum venetiis arte et impensis Erhardi ratdolt de augusta. Anno salutifere incarnationis dominice. M. CCCC, LXXXV, nona kalendas Januarii.

Le f° 1, blanc au r°, contient au verso une gravure représentant l'astrolabe.

(2) Coté : *Incun.* 2108.

Reconnaissons-le, le traité de l'*Astrolabe* par Henri Bate, sur lequel M. De Wulf (1) vient d'appeler l'attention était oublié chez nous. Quetelet, dans le peu de lignes qu'il consacre à Bate, n'en parle pas (2). Omission probablement involontaire chez Quetelet, mais regrettable quelle qu'en soit la cause. Les monuments relatifs à l'état de l'astronomie dans nos provinces au XIIIe siècle sont trop rares pour ne pas devoir être signalés soigneusement.

L'*Optique* de Vitellion (3) est restée beaucoup plus célèbre que l'*Astrolabe* de Bate. Dans son *Histoire de la Perspective* (4), Poudra en a donné une analyse assez détaillée et à bon droit très élogieuse. D'après l'historien français, l'*Optique* de Vitellion est l'un des ouvrages les plus remarquables que l'Antiquité et le Moyen Age nous aient laissés sur le sujet. D'accord, à condition d'y ajouter

(1) *O. c.*, pp. 469 et 470.

(2) *O. c.*, pp. 45 et 46.

(3) *Opticae Thesaurus. Alhazeni Arabis Libri septem, nunc primum editi. Eiusdem Liber de Crepusculis et Nubium ascensionibus. Item Vitellionis Thuringopoloni Libri X. Omnes instaurati, figuris illustrati et aucti, adiectis etiam in Alhazenum Commentariis a Federico Risnero... Basileae per Episcopios.*

A la fin : *Basileae, ex officina Episcopiorum, per Eusebium Episcopium et Nicolai F. Haeredes. Anno M. D. LXXII.* (Bibliothèque Royale de Belgique, v. 5057).

L'édition de Vitellion par Frédéric Risner n'est que la troisième. Je n'ai jamais vu les deux premières, qui sont rares et n'existent pas, que je sache, dans les dépôts publics belges. En voici les titres d'après la *Bibliographie de l'Œuvre de Pierre Apian.* par F. Van Ortroy (extrait du Bibliographe Moderne, mars-octobre 1901). Besançon, Paul Jacquin, 1902. Nos 110 et 111.

Vitellionis Mathematici doctissimi περὶ ὀπτικῆς, *id est, de natura, ratione et proiectione radiorum uisus, luminum colorum atque formarum quam uulgo Perspectivam uocant, Libri X. Habes in hoc opere, Candide Lector,..... Nunc primum opera MathematicoRum praestantiss. dd. Georgij Tanstetter et Petri Apiani in lucem aedita. Norimbergae, apud Io. Petreium, Anno MDXXXV.*

L'édition suivante a un titre analogue, mais avec l'adresse d'imprimeur : *Norimbergae, apud Ioan. Petreium, Anno MDXLI.*

(4) Paris, Corréard, 1864, pp. 32-41.

avec M. Loria (1) que c'est plutôt une œuvre d'érudition qu'une étude originale ; précision qui, loin de contredire, confirme au contraire ce que Poudra nous apprend de l'*Optique* de Vitellion. La gloire de ce beau travail rejaillit en partie sur Moerbeke auquel, en termes enthousiastes, le savant polonais le dédie.

Il faut dire cependant que Roger Bacon, ne partageait pas l'admiration générale des contemporains. « Tous les Parisiens, dit-il, savent que ce Flamand ne connaît ni les sciences, ni les lettres. » Mais le bouillant Franciscain exagérait volontiers. Il mérite peu de créance quand il parle des défauts de ses adversaires (2).

II

Il est temps d'en venir à l'objet propre de cet article et de faire connaître la part qui revient à Moerbeke dans la conservation, le sauvetage pour mieux dire, des deux *Livres des Corps flottants* d'Archimède ; mais il est nécessaire de reprendre la question d'un peu plus haut.

L'immortel ouvrage du grand Syracusain est le fondement sur lequel s'est édifiée petit à petit toute l'hydrostatique moderne. Mais pour les contemporains d'Archimède le sujet était-il trop nouveau, ou trop au-dessus de leur intelligence pour être apprécié comme il le méri-

(1) *Storia della Geometria descrittiva*. Milan, Hoepli, 1921, p. 5.

(2) Voici les propres paroles de Roger Bacon, telles que je les lis, dans son *Compendium studii philosophiae*, publié par Brewer, dans ses *Fr. Rogeri Baconis Opera quaedam hactenus inedita*... London, Longman, Green, Longman and Roberts, 1859, p. 472.

« ... Unde Michaelus, sicut Hermannus retulit, nec scivit scientias neque linguas (comme plusieurs autres, que Bacon vient de nommer). Et sic de aliis. Maxime iste Wilhelmus Flamingus, qui nunc floret. Cum tamen notum est omnibus Parisinis litteratis, quod nullam novit scientiam in linguâ graeca, de quâ praesumit. Et ideo omnia transfert falsa et corrumpit sapientiam Latinorum. Solus enim Boëtius scivit de omnibus interpretationibus linguas sufficienter... »

tait ? Peut-être bien était-il à la fois et trop neuf et trop relevé, car, chose étrange, les *Livres des Corps flottants* semblent avoir été peu répandus dans les milieux savants de l'Hellade. A peine, chez les anciens, rencontre-t-on çà et là quelques vestiges des enseignements qu'Archimède leur donne dans cet ouvrage. Des allusions discrètes, chez de rares auteurs, voilà à peu près tout ce qu'on trouve. Le plus grand nombre des écrivains ignora absolument les *Corps flottants*. Charles Thurot en faisait jadis la remarque dans sa belle étude sur l'*Histoire du Principe d'Archimède* (1). Il s'était même donné à cette occasion beaucoup de peine pour réunir les citations des écrivains grecs et latins qui mentionnent les *Corps flottants* (2). C'est une étude fouillée qui a conservé beaucoup de valeur.

Quelle que fût la cause du silence des anciens, on doit à Nicolas Tartaglia d'avoir, en 1545, tiré de la poussière le *Premier Livre des Corps flottants*. Le géomètre italien se para aussitôt des plumes du paon. Nous le verrons tantôt ; mais, pour la clarté, n'anticipons pas. Cette première édition, aujourd'hui rarissime, parut à Venise sous le titre de *Opera Archimedis... per Nicolaum Tartaleam... multis erroribus emendata... ac in lucem posita. Venetiis, per V.Rubinum*, 1543, in-4°. Le titre était prétentieux et Tartaglia avait tort de se vanter des corrections qu'il avait soi-disant apportées au texte. Le latin du *Premier Livre des Corps flottants* est à ce point barbare qu'il est presque inintelligible. Non seulement la version n'a pas de style, mais le traducteur se

(1) *Recherches historiques sur le Principe d'Archimède*, par Ch. Thurot : suite d'articles qui parurent en 1868 et 1869, dans la Revue Archéologique, Paris, Didier. T. XVIII, pp. 389-406 ; t. XIX, pp. 42-49, 111-123, 284-299 et 345-360 ; t. XX, pp. 14-33.

Le passage auquel je fais allusion se trouve dans le second de ces articles, t. XIX, p. 42.

(2) Principalement dans le second des articles cités dans la note précédente.

contente de suivre pas à pas la phrase grecque, sans y ajouter un mot, sans en omettre un seul, sans même en changer un de place ; poussant la fidélité contre le plus élémentaire génie de la langue latine, jusqu'à traduire l'article grec qu'il rend d'ordinaire par le relatif *qui*, *quae*, *quod*. La composition en prend souvent une allure plus qu'étrange, disons tout à fait baroque. Tartaglia cherche à faire croire que cette singulière élucubration est son œuvre et qu'il l'a faite sur un manuscrit grec. Une fois de plus, le géomètre italien prouve par là que chez lui le caractère n'était pas au niveau du talent. Tartaglia n'avait rien traduit. Il avait brutalement copié une version ancienne qu'il avait trouvée toute faite. En se l'attribuant, il commettait un plagiat que l'avenir devait finir par dévoiler ; nous y reviendrons dans un instant, mais, encore une fois, n'anticipons pas.

L'édition de 1543 ne renfermait que le *Premier Livre des Corps flottants* et Tartaglia n'en publia pas le second ; mais, à sa mort, ses héritiers en trouvèrent le manuscrit parmi ses papiers. Le second livre était visiblement emprunté à la même source que le premier et rédigé dans la même langue barbare. N'importe, on n'hésita pas à le donner tel quel au public en y ajoutant la réédition du premier livre. Le tout parut à Venise, en 1565, sous le titre de *Archimedis de insidentibus aquae... (ex recensione Nicolai Tartaleae). Venetiis, apud Curtium Trojanum.* Ni cette édition, ni la précédente ne se trouvent, que je sache, dans les dépôts belges, mais la Bibliothèque Nationale de Paris les possède (1).

Comment les lettrés du XVIe siècle, férus d'humanisme et de beau langage, eussent-ils pu longtemps supporter de pareilles horreurs ? C'est ce que ne tarda pas à com-

(1) D'après le *Catalogue général des Livres imprimés de la Bibliothèque Nationale*. T. III, Paris, Imprimerie nationale, 1900. Au mot *Archimède*, sous les numéros 6 et 22, respectivement col. 960 et 962.

prendre l'homme auquel on dut alors tant de bonnes éditions des géomètres grecs : Commandin. Il reprit le texte de Tartaglia, le retoucha discrètement, le débarrassa des solécismes grossiers tout en lui conservant son caractère. Le résultat de cette révision parut sous le titre : *Archimedis de iis quae vehuntur in aqua Libri duo, a Federico Commandino Urbinate in pristinum nitorem restituti et Commentariis illuminati... Bononiae, ex Officina Alexandri Benatii*, 1665. (1) Pendant plusieurs siècles, l'édition de Commandin a servi de base à toutes les rééditions revues et corrigées des *Livres des Corps flottants*. J'y appelle l'attention. On verra tantôt combien la remarque importe au point de vue de Moerbeke.

Cette édition reste néanmoins bien défectueuse. Elle est encore souvent fort obscure, car elle continue à suivre de trop près le texte ancien. Pour la rendre intelligible, il faut se décider au travail inverse de celui auquel s'était prétendument livré Tartaglia ; il faut retourner au grec, faire un thème au lieu d'une version, et dans ce thème utiliser les hellénismes qui obscurcissent le latin. C'est ce que semble avoir compris, dès le XVIe siècle, un savant dont le nom nous est resté inconnu. Son essai, d'ailleurs maladroit et très écourté, nous est conservé dans deux manuscrits de la Bibliothèque Vaticane. Le cardinal Maii, chose étonnante chez l'érudit bibliothécaire, s'y laissa tromper. Il prit ces bribes de mauvais grec pour des fragments authentiques d'Archimède et

(1) J'en connais un exemplaire à la Bibliothèque de l'Université de Gand, contenu dans un recueil factice coté Math. 695. Avec d'autres ouvrages, ce recueil contient aussi *Frederici Commandini Urbinatis Liber De Centro Gravitatis Solidorum*. Bononiae, ex Officina Alexandri Benacii, 1565, qui complète si heureusement les deux *livres de l'équilibre des plans* d'Archimède en s'inspirant rigoureusement des méthodes du Syracusain.

Autre remarque dans le même ordre d'idées. Tartaglia n'avait pas retrouvé la démonstration de la prop. 8 du liv. I des *Corps flottants* ; Commandin l'a reconstituée. Aujourd'hui qu'elle est retrouvée, c'est plaisir de constater avec quel bonheur il a réussi.

les publia comme tels dans le tome I de sa *Collection des auteurs classiques édités d'après les manuscrits de la Bibliothèque Vaticane* (1).

Cependant, de prime abord, et malgré l'autorité de Maii, plusieurs hellénistes se maintinrent en défiance. Rien dans les fragments de Maii ne leur rappelait le beau parler dorien d'Archimède. Rien même ne leur paraissait y ressembler à son grec défiguré par l'usage ; j'entends celui qui s'est, à la longue, transformé en dialecte attique, tel qu'on le lit dans le traité *De la dimension du cercle*, ou dans les *Livres de la Sphère et du Cylindre*. Il semblait à ces sceptiques qu'ils n'avaient sous les yeux qu'une espèce de thème grec, plutôt mauvais, fait sur le latin de Tartaglia ou celui de Commandin. Mais, comment le prouver ? Car, si Maii disait publier ces fragments d'après deux manuscrits du Vatican, il n'en donnait ni la cote ni l'âge ; omission qui rendait tout contrôle impossible. Le problème paraissait donc devoir rester insoluble, quand, au mois de novembre 1881, M. Heiberg retrouva dans la Bibliothèque Vaticane les manuscrits dont s'était servi Maii (2). Le plus ancien ne remontait pas au delà du XVIe siècle ; l'autre, plus récent encore, dérivait visiblement du premier. Dès lors le doute n'était plus permis et c'est ce que le savant professeur de Copenhague démontra péremptoirement, en 1884, dans les *Mélanges Graux* (3). Tout ce qu'on connaissait des *Corps flottants* d'Archimède continua donc toujours à avoir sa source dans Tartaglia.

Un second essai de reconstitution du texte, réduit

(1) *Classicorum auctorum e Vaticanis codicibus editorum Tomus I complectens Ciceronis De Rep. quae supersunt... et Archimedis Fragmenta...* curante Angelo Maio Vaticanae Bibliothecae Praefecto. Romae, Typis Vaticanis, 1828, pp. 426-430.

(2) Cotés *Cod.* Vat. Gr. 1316, et *Cod.* Vat. Gr. 1347.

(3) *Mélanges Graux. Recueil de travaux d'érudition classique dédié à la Mémoire de Charles Graux.* Paris, Thorin, 1884, pp. 689-691.

d'ailleurs au seul énoncé, fut publié par Rivault, en 1615, dans son édition des *Œuvres d'Archimède* (1). La tentative n'eut aucun succès et n'en méritait pas.

Il en est tout autrement de la reconstitution du texte grec par M. Heiberg. Le savant danois avait entrepris cet exercice philologique pour préparer l'édition des *Œuvres d'Archimède* qu'il projetait. On n'avait pas encore découvert le palimpseste de Jérusalem, qui devait nous rendre la majeure partie du texte grec des *Corps flottants*. A l'exemple de ses prédécesseurs, M. Heiberg devait donc, pour publier ce traité, s'en tenir aux éditions latines de Tartaglia et de Commandin. Mais pour en donner une réédition critique, sans rien livrer si possible à la fantaisie, ni au hasard, l'éminent philologue essaya de réécrire le premier livre des *Corps flottants* dans l'idiome original. Lui seul, peut-être, pouvait le tenter sans témérité, sans se rendre ridicule, grâce aux ressources que lui fournissait sa connaissance approfondie de toutes les parties de l'œuvre d'Archimède. Le travail a-t-il été poussé jusqu'au bout et étendu au second livre ? Je l'ignore, mais le livre I a été publié dans les *Mélanges Graux* (2). Le texte latin de Tartaglia et le texte grec d'Heiberg s'y trouvent en deux colonnes en regard. Au bas des pages, l'éditeur a multiplié les notes et éclaircissements. Le tout forme un ensemble très curieux. Je dis à dessein « ensemble curieux », car il l'est d'autant plus que nous possédons aujourd'hui la rédaction même d'Archimède, et que nous disposons ainsi d'un des rares exemples où la réussite plus ou

(1) *Archimedis Opera quae exstant. Novis demonstrationibus commentariisque illustrata. Per Davidem Rivaltium...* Parisiis, apud Claudium Mullerum, 1615 ; pp. 491-532 (Bibl. Roy. de Belgique, Fonds V. H. 7984).

(2) *Archimedis* περὶ ὀχουμένων *Liber I* graece restituit Johan Ludwig Heiberg Dr Phil. Hauniensis. *Mélanges Graux*, pp. 689-717.

moins grande d'une reconstitution de texte a pu être décidée avec certitude après coup.

Les choses en étaient là, et l'on pouvait croire que dans ses *Archimedis Opera omnia*, M. Heiberg avait donné en 1881-1882, chez Teubner, à Leipzig, une édition critique définitive des *Corps flottants* (1), quand, en 1884, se passa un événement littéraire imprévu. M. Valentin Rose, érudit allemand, découvrait dans le fonds Ottoboni de la Bibliothèque Vaticane, le manuscrit plagié par Tartaglia (2). C'était un autographe de Guillaume de Moerbeke (3). Il contenait la traduction de plusieurs traités d'Archimède, celle de deux commentaires d'Eutocius, celle de l'*Analemme* de Ptolémée, celle enfin des *Miroirs* de Héron. Moerbeke, par erreur, attribuait aussi ce dernier ouvrage à Ptolémée.

Ces diverses versions, toutes terminées en 1269, sont en outre généralement datées par mois et par jour. Celle des *Corps flottants* fut achevée le 10 décembre. « *Completa fuit translatio ejus*, dit l'*explicit* du traité, *decima die decembris anno Christi* 1269 ». Je remarque en passant que Moerbeke dit « *translatio* » traduction et non pas « *transcriptio* » transcription. Il revendique donc la paternité de sa version.

(1) Dans cette première édition le traité se trouve au tome II, pp. 359-426 ; mais, cela va de soi, en latin seulement. Heiberg les fait cependant précéder par les fragments grecs de Maii, pp. 356-358.

(2) Coté *Cod.* Ottobon. lat. 1850.

(3) M. Heiberg a consacré au manuscrit de Moerbeke une étude très développée intitulée : *Neue Studien zu Archimedes*, publiée dans les Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik, t. V, Leipzig, Teubner, 1890, pp. 1-90. Il en a résumé plus tard les principales conclusions dans les « Prolegomena » du tome III de la seconde édition de ses *Archimedis Opera omnia*.

Comme travail intéressant relatif au même manuscrit, je signalerai en outre celui de feu Axel Anthon Bjoerpbo de Copenhague intitulé : *Die Mittelalterlichen lateinischen Uebersetzungen aus dem griechischen auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften*, qui parut dans l'Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, t. I, Leipzig, Vogt, 1909, pp. 385-394.

Le détestable latin des éditions de Tartaglia, si surprenant sous la plume du géomètre italien, trouve son explication naturelle dans l'autographe de Moerbeke. Tartaglia n'a pas d'exemplaire grec sous les yeux. La prudence et le bon sens lui défendent de toucher à la rédaction de Moerbeke ; il la transcrit donc telle qu'il la trouve sans rien y changer. C'est un bon point à son actif. Par malheur, Moerbeke ne lui a pas fourni une copie soignée, mais un simple brouillon, comme nous allons le montrer. Voilà toute l'explication.

Remarquons d'abord que les dates des « explicit » du *Codex Ottobonensis* autorisent cette hypothèse. Échelonnées dans l'ordre chronologique, elles sont assez espacées pour donner à un copiste beaucoup plus que le temps nécessaire à une simple transcription. Dans chaque intervalle, Moerbeke eut le loisir de traduire un traité à tête reposée.

Cela ne suffit pas à prouver que nous ayons affaire à un brouillon ; mais cela montre au moins que la chose est possible. La conclusion définitive découle de l'aspect extérieur et de l'état matériel du manuscrit. Il est plein de corrections et de ratures. Moerbeke travailla en homme qui hésite, en traducteur qui doit rendre un passage difficile, dont à une première lecture le sens lui échappe par moments. Ses idées, d'abord vagues, semblent ne se préciser que petit à petit et la lumière ne jaillit à ses yeux que progressivement. Voilà sans doute pourquoi, dans le premier jet de sa rédaction, il se contente de remplacer chaque mot grec par le mot latin correspondant ; procédé qu'il étend, nous l'avons dit, jusqu'à la reproduction des articles grecs eux-mêmes. Mais, il y a plus, et M. Heiberg nous donne ici un détail important (1). Malgré sa grande connaissance du grec, Moerbeke trébuche parfois ; le

(1) *Archimedis Opera omnia*, 2e édit., t. III, Prolegomena, pp. XLIII sq.

sens d'un mot technique lui échappe. Il laisse alors un intervalle dans le texte et met le mot grec dans la marge. Plus tard, mieux informé, il reprend son travail, biffe le vocable grec et le remplace par son équivalent latin.

Philologues et éditeurs de textes se réjouirent quand ils apprirent la découverte de l'autographe de Moerbeke. Désormais ce ne seraient plus simplement des éditions défectueuses du XVIe siècle, ce serait un manuscrit du XIIIe siècle qui servirait de base à une édition critique des *Livres des Corps flottants*. Mais une dernière question se posait. Avec quelle fidélité ce manuscrit rendait-il la rédaction primitive d'Archimède ? L'avenir n'allait pas tarder à le leur apprendre.

Ce serait cependant sortir du cadre de mon sujet de raconter ici les péripéties de la découverte du palimpseste de Jérusalem, les difficultés de son déchiffrement et de la publication des textes inédits qu'on y a retrouvés. Aussi bien, un seul fait importe ici. Le palimpseste renferme en grec à peu près tout le *Livre I des Corps flottants* et une bonne partie du *Livre II* (1).

Qu'en résulte-t-il pour Moerbeke ?

Ce qu'on pouvait prévoir *à priori*, c'est-à-dire, que notre compatriote est le plus fidèle des interprètes. Qu'on me pardonne de parler à ce propos le jargon des écoliers : Moerbeke nous a laissé le « mot à mot » des *Corps flottants*, il n'a pas cru devoir nous en donner le « bon latin ». Mais ce « mot à mot » est aujourd'hui pour nous bien plus précieux que du beau style. Mieux qu'un latin châtié, il comble les lacunes du texte grec, et M. Heiberg lui accorde pour remplir ces lacunes une autorité presque comparable à celle du palimpseste. En outre, la lecture du palimpseste est souvent douteuse, voire impossible. L'autographe de Moerbeke a pu rendre

(1) Publié par Heiberg, dans la seconde édition de ses *Archimedis Opera omnia*, t. II, pp. 317-413.

alors en plus d'un cas, et précisément à cause de son «mot à mot » servile, le même secours qu'un second codex grec.

Il est temps de conclure et je puis être bref.

A juste titre, semblait-il, les éditions d'Archimède par Tartaglia avaient été considérées comme le *premier* germe d'où était née toute l'hydrostatique moderne. C'est une erreur, si on appuie sur le mot *premier*. Sans Moerbeke, Tartaglia n'eût probablement rien publié sur les *Corps flottants*. Faut-il lui en ravir tout l'honneur ? Je ne le crois pas. Il reste au géomètre italien le mérite d'avoir compris l'importance de l'ouvrage d'Archimède et de l'avoir donné au public.

Mais, faiblesse de caractère regrettable chez un si grand homme, Tartaglia voulut s'attribuer en entier un bien qui ne lui appartenait tout au plus qu'à moitié. En cela il eut tort. Comment n'a-t-il pas compris ce qu'il aurait gagné dans l'estime de la postérité, si, en publiant Archimède, il eût reconnu en même temps ce qu'il devait à Guillaume de Moerbeke. Sa fraude risquait d'être découverte, comme elle le fut effectivement.

Pour nous, Belges, nous avons trop peu remarqué jusqu'ici que les éditions des *Corps flottants* par Tartaglia et Commandin doivent être partiellement démarquées. Elles portent des noms d'éditeurs et non pas celui du véritable auteur, qui est Guillaume de Moerbeke.

C'est ce que je me proposais de montrer dans ces quelques pages.

En résumé, on avait toujours considéré Nicolas Tartaglia comme le fondateur et le père de l'hydrostatique moderne, et on n'a pas eu tout à fait tort. Mais, on sait aujourd'hui que Tartaglia a eu en Moerbeke un devancier et un ancêtre, dont il a été l'heureux, mais peu scrupuleux héritier. Il n'est plus permis de l'ignorer et il faut rendre à Moerbeke l'honneur qui lui revient.

H. Bosmans.

VARIÉTÉS

I

LE P. ACHILLE GERSTE, S. J. (1854-1920)

Achille Gerste naquit à Ypres, le 2 juillet 1854. Il fit de brillantes études d'humanités, et entra dans la Compagnie de Jésus, au noviciat de Tronchiennes, le 3 octobre 1874. Puis, il suivit à peu près l'ordre régulier de la formation que la Compagnie donne à ses jeunes religieux. Après deux ans de noviciat, et deux ans de rhétorique supérieure, — d'école normale, si l'on veut, — passés à Tronchiennes, il fut envoyé en philosophie à Louvain. On l'y mit d'emblée en seconde année, ce qui lui permit d'achever cette partie de ses études en deux ans, au lieu des trois années que les scolastiques y consacrent d'ordinaire.

De bonne heure, le P. Gerste manifesta des aptitudes de philologue et d'érudit peu communes. Aussi, dès la fin de sa philosophie, les supérieurs lui confièrent-ils un poste de confiance.

L'œuvre des Bollandistes passait par une de ces crises comme elle en connut plusieurs, mais dont elle sut toujours triompher. La corporation venait de perdre coup sur coup son chef, le P. Victor De Buck, et deux de ses membres les plus capables et les plus actifs, les PP. Édouard Carpentier et Henri Matagne, tous deux enlevés inopinément à la fleur de l'âge, dès les débuts de leur carrière. L'œuvre entière parut reposer alors un instant sur les épaules de deux vieillards, les PP. Remi De Buck et Benjamin Bossue.

Les supérieurs de la Compagnie ne tardèrent pas, cependant, à leur donner trois collègues, les PP. Charles De Smedt, Guillaume Van Hooff et Joseph De Backer. C'était une ère nouvelle qui commençait. Aussi fut-il résolu sagement que les jeunes Bollandistes prépareraient immédiatement le premier volume de novembre ; tandis que les anciens publieraient le XIIIe et dernier volume d'octobre, auquel ils travaillaient depuis de longues années et dont le manuscrit était à peu près achevé (1). Mais, pour mettre cette décision en pratique, les anciens Bollandistes avaient à tout prix besoin d'un aide, qui se chargerait de la partie matérielle de la besogne : correction des épreuves, transcription éventuelle et mise en ordre des brouillons, etc. On leur donna le P. Gerste.

Celui-ci entra en charge en septembre 1879. Mais, dès le 5 novembre de l'année suivante, le P. Remi De Buck s'éteignait à son tour, laissant le P. Gerste seul avec le P. Bossue. Ce dernier était plus que septuagénaire, tout au plus encore en état de surveiller d'assez loin le travail de son jeune collaborateur et de l'aider de ses conseils. En réalité, pendant deux ans, le P. Gerste resta seul pour publier le dernier volume d'octobre. C'est merveille que l'entreprise ait abouti. Mais, on n'accomplit pas impunément pareil labeur. Quand, à la fin de 1882, on envoya le Père à Louvain pour y suivre les cours de théologie, sa santé était gravement altérée.

C'est alors que j'eus pendant quelques années la bonne fortune de vivre dans l'intimité de ce charmant compagnon. Intelligent, modeste, vif et spirituel, très « gentleman », c'était l'un des plus agréables camarades qui se puissent imaginer.

Malheureusement, ai-je dit, il était arrivé à Louvain à bout de forces. Tout en tenant la tête du cours et comme

(1) Le tome XIIIe d'octobre parut en 1883. Il est signé des noms des PP. Van Hecke, Bossue, Victor et Remi De Buck. Comme les nouveaux Bollandistes, les PP. De Smedt, Van Hooff et De Backer, le font remarquer dans l'Introduction, ce volume est en réalité une œuvre posthume, car le P. Bossue était mort le 18 août 1882. C'est à cette Introduction que j'emprunte les détails que je viens de donner, sur la manière dont les responsabilités avaient été partagées entre les collaborateurs.

en se jouant, il ne se remettait pas de son excès de fatigue. En 1885, la faiblesse du malade fit de tels progrès, qu'il devint évident qu'une issue fatale le menaçait à bref délai. Les poumons étaient atteints. Les supérieurs prirent alors une mesure énergique. Comme dernier et suprême remède, les médecins conseillaient un séjour au Mexique. Le P. Gerste fut donc envoyé sans retard à Puebla, où il arrivait dès le milieu de 1885. Ce fut le salut ! Aussi, quand, après quelques années, le Père eut achevé son cours de théologie et sa troisième année de probation, nous le retrouvâmes parfaitement guéri et en pleine activité scientifique.

En 1887 et en 1888, le P. Gerste envoya à la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES une série de trois articles traitant de sujets assez divers sous le titre commun d'*Archéologie* et de *Bibliographie Mexicaines* (1). Je me souviens qu'à leur apparition, ils furent fort appréciés. Peu à peu, cependant, — sort hélas ! commun à tant d'excellents articles de tant de bons auteurs — un demi-oubli se fit sur eux. Un prince de la science, l'un des huit associés étrangers de l'Institut de France (Académie des Inscriptions et Belles-Lettres), le duc de Loubat, prit à cœur de les tirer de l'obscurité. Parmi ces articles, il avait plus particulièrement remarqué les deux derniers consacrés à la Médecine et à la Botanique des anciens Mexicains. Le duc les réédita à ses frais (2) et présenta le nouveau volume à ses collègues de l'Académie des Inscriptions. Ceux-ci en apprécièrent le mérite. Ils couronnèrent l'ouvrage en lui accordant le prix dont ils disposaient pour l'encouragement des études de ce genre. N'aurions-nous pas trop peu remarqué cette distinction accordée à des recherches qui parurent pour la première fois dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ? L'excuse en est, peut-être, que la réédition du duc de Loubat s'était faite à Rome.

Mais poursuivons. Dès l'année qui suivit l'octroi de cette récompense, le duc fit de nouveau réimprimer à ses frais *La Médecine et la Botanique des anciens Mexicains* (3).

(1) T. XXII, 1887, pp. 547-583 ; t. XXIV, 1888, pp. 112-138 et 508-570.

(2) *Notes sur la Médecine et la Botanique des anciens Mexicains*, par A. Gerste, S. J. Rome, Imprimerie polyglotte Vaticane, 1909.

(3) *Notes sur la Médecine et la Botanique des anciens Mexicains*,

C'est que l'ouvrage avait été cette fois complètement revu, corrigé et enrichi de précieuses additions par l'auteur.

Avant de passer outre, signalons encore une étude ethnographique et linguistique sur *La Langue des Chichimèques*, qui parut dans la REVUE, en 1891 (1). Elle demandait un complément que l'auteur promettait de donner à bref délai. Nous ignorons pourquoi il ne put tenir parole.

On était en 1892. Au mois d'octobre de cette année s'ouvrait à Madrid une exposition destinée à commémorer le quatre-centième anniversaire de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb. Invité à y participer, le Gouvernement Mexicain n'hésita pas à donner son adhésion. Dès 1890, notamment, il décidait de confier à un groupe de savants l'exploration méthodique de toutes les provinces de la République. Il se proposait par là de mieux la faire connaître à Madrid et en Europe, par l'envoi d'une riche collection d'antiquités mexicaines archéologiques et ethnographiques.

La province de Tarahumara échut en partage au P. Gerste. Il accepta la tâche, bien qu'elle fût particulièrement ingrate et ardue. Pour qui l'a connu, peut-être est-ce précisément ce qui le décida. Voici en quels termes il a avoué lui-même les difficultés de l'entreprise :

« La Tarahumara, territoire important de la Sierra Madre occidentale, avait été, au XIXe siècle, peu ou point explorée, et pour cause.

» D'accès fort difficile, perdue dans les replis de la Cordillère, coupée d'effroyables ravins, et, jusqu'en ces derniers temps, sans voies sûres de communication, gardée en outre, aux points les plus abrupts, par des milliers d'Indiens presque barbares, elle inspirait médiocre confiance aux voyageurs. Pour augmenter leurs craintes, des hordes de malfaiteurs, implacables ennemis des blancs, infestaient, il y a une trentaine d'années encore, les abords de la province, ravageaient celle-ci de temps à autre, et en rendaient

par A. Gerste, S. J. Deuxième édition revue et corrigée. Ouvrage couronné par l'Institut (Académie des Inscriptions et Belles-Lettres). Prix Loubat, 1910. — Rome, Imprimerie polyglotte Vaticane, 1910.

(1) T. XXX, pp. 81-108.

les approches toujours dangereuses. C'étaient les Apaches. Même après l'expulsion définitive des féroces pillards, cette partie de la Sierra fut trop longtemps négligée.

» Examinée à distance par quelques spécialistes très méritants, mais réduits à compulser des textes archaïques ou des relations fragmentaires, elle était en somme peu connue, moins fréquentée encore. Et c'était tant pis à tous égards. Aux anthropologistes, aux ethnographes, à ceux qu'intéressent les sciences de la nature, restait pratiquement fermée une des riches provinces de leur domaine ».

Le P. Gerste était bien préparé à remplir la mission que le Gouvernement Mexicain lui donnait. « Après avoir parcouru le Mexique en divers sens, dit-il lui-même, de Vera-Cruz à Guadalajara et de Mitla à Casas Grandes, à travers les terres chaudes et la zone tempérée, nous nous flattions de connaître quelque peu cet incomparable pays. La Tarahumara nous réservait encore maintes surprises ».

Le vaillant explorateur a consigné les résultats de son expédition dans une suite de mémoires restés manuscrits à l'exception du premier, qui parut sous le titre de *Rapport sur un voyage d'exploration dans la Tarahumara (Mexique Nord-Ouest)* (1). D'une lecture très intéressante pour tout le monde, il ne peut, cependant, être analysé avec compétence que par un spécialiste à la fois géographe et ethnographe. Je ne m'y essaierai pas.

Mais ce que je puis et ce que je dois dire, car le P. Gerste le tait trop soigneusement, c'est que sa connaissance des langues indigènes, l'aménité de son caractère, et aussi son zèle apostolique lui conquirent bientôt la confiance et l'affection des indigènes. La Tarahumara avait été évangélisée, au XVIIe et au XVIIIe siècle, par les Jésuites, qui y avaient laissé bon souvenir. On sait qu'un de nos compatriotes, le P. Corneille Beudin, y avait souffert le martyre, le 4 juin 1650. Il est moins connu qu'un autre Belge, le Gantois Pierre Thomas van Hamme, y travailla quelque

(1) Extrait des MEMORIE DELLA PONTIFICIA ACCADEMIA ROMANA DEI NUOVI LINCEI. Vol. XXXII. Roma, Tipografia Pontificia nell' Istituto Pio IX, 1914.

Les passages que j'ai cités ci-dessus se trouvent à la page 6 du tiré à part.

temps avant de se rendre en Chine. Le P. Gerste fut reçu par les Indiens, presque à l'égal d'un père dont on serait resté longtemps sans nouvelles (1).

Un brillant avenir apostolique et scientifique paraissait donc devoir s'ouvrir au Mexique devant le Jésuite belge. Mais pour des raisons sur lesquelles je suis mal documenté, et qu'il ne m'appartient d'ailleurs pas d'approfondir, les supérieurs de la Compagnie de Jésus en décidèrent autrement. Ils crurent préférable d'appeler le Père en Italie, pour l'attacher au secrétariat du Général, à Fiesole d'abord, à Rome ensuite. C'était d'ailleurs une nomination dont le titulaire était digne à tous égards.

Le P. Gerste conserva ce poste jusqu'au 20 novembre 1920, date de sa mort. Dans sa nouvelle charge, il se montra travailleur infatigable, homme de bon conseil, d'esprit très ouvert, mais modeste comme toujours et prompt à s'effacer. Je ne saurais m'étendre sur cette période de sa carrière. Au demeurant, ce n'en est pas ici la place. En consacrant ces courtes pages à mon ancien compagnon d'études, j'ai voulu simplement raviver le souvenir d'un ami d'autrefois, dont la collaboration à la REVUE a fait jadis honneur à la *Société scientifique*.

H. B.

II

L'ŒUVRE DE L'ENCOURAGEMENT DES ÉTUDES SUPÉRIEURES DANS LE CLERGÉ

—

La REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES signale à l'attention de ses lecteurs une œuvre, en harmonie avec son programme et ses tendances, et qui a droit aux sympa-

(1) Je dois plusieurs de ces renseignements à des lettres et des documents manuscrits envoyés du Mexique et qui m'ont été obligeamment communiqués.

thies de tous les catholiques, conscients des besoins de leur temps. Il s'agit de « l'Œuvre de l'encouragement des études supérieures dans le Clergé ».

Fondée à Paris en 1895, par un groupe de catholiques amis de la science, avec l'appui d'une partie notable de l'Épiscopat, elle se propose, par l'octroi de bourses d'étude, d'ouvrir aux jeunes membres du clergé que leur talent désigne pour ce couronnement de leur formation cléricale, l'accès de la haute culture scientifique. Notre époque a le culte et presque la superstition de la science ; partout, aux échelons inférieurs comme au sommet de l'échelle intellectuelle, les esprits subissent son prestige, sans songer même à s'y dérober. La science est aujourd'hui un moyen d'apostolat aussi efficace, plus efficace peut-être, que la prédication ou l'action sociale. Assurer au jeune prêtre le moyen de se former à l'esprit scientifique, lui procurer des loisirs studieux qui, en l'arrachant aux déprimantes préoccupations de la vie matérielle, lui permettront de se livrer en paix à la recherche désintéressée de la vérité, c'était rendre, on en conviendra, un signalé service à la cause de la religion, maintenir le bon renom du clergé catholique, c'était, dans l'espèce, contribuer à conserver à la France, dans le mouvement scientifique général, un rôle digne de son génie et de son glorieux passé.

L'activité de l'Œuvre, ralentie plutôt qu'interrompue par la guerre mondiale, — pour la période de 1917-1918, les sommes accordées se montent encore à 1 500 francs — n'a fait que croître depuis l'armistice. Rien ne prouve mieux que l'idée, si intéressante, dont elle est l'organisation pratique, répond à un besoin senti des esprits. Agissant en contact intime avec les autorités diocésaines, le Comité directeur de l'Œuvre n'accueille aucune demande de subvention ou de bourse qui ne soit accompagnée d'une approbation formelle de l'Ordinaire. Grâce à cette collaboration étroite avec la hiérarchie ecclésiastique, de réelles vocations scientifiques ont pu être sauvées que les nécessités d'ordre pratique allaient vouer à un dépérissement fatal. Les postes occupés et les travaux produits par d'anciens boursiers de l'Œuvre sont la meilleure preuve de sa fécondité. Ne pouvant, dans cette brève notice, relever tous les succès de

l'Œuvre dans le passé, nous dirons seulement que seize anciens boursiers ont été professeurs ou chargés de conférences dans nos Instituts catholiques ; trois autres, dont M. Mollat, avantageusement connu par son édition critique des *Vitae Paparum Avenionensium*, viennent d'entrer comme professeurs dans la faculté de Théologie Catholique de l'Université de Strasbourg. Mgr Prunel, le vice-recteur de l'Université Catholique de Paris, auteur d'une thèse intéressante sur Sébastien Zamet et M. l'abbé Van Steenberghe auquel nous devons une belle thèse sur le Cardinal Nicolas de Cues furent, au cours de leurs études, bénéficiaires des libéralités de l'Œuvre. Belle dans son inspiration, elle fut donc aussi heureuse dans l'ordre des réalisations pratiques. C'est de tout cœur que nous lui souhaitons des ressources de plus en plus en rapport avec sa prospérité croissante ; les catholiques aisés et généreux tiendront à honneur de les lui procurer. Leur libéralité trouvera un stimulant dans la réflexion si juste de Mgr Ruch, évêque de Strasbourg : « L'Église ne fait la conquête des cœurs que si elle règne sur les esprits ». Les souscriptions à l'Œuvre et les demandes de renseignements peuvent être adressées à M. E. Jordan, Professeur à la Sorbonne, 48, rue de Varenne, Paris (VIIe).

François Jansen, S. J.

III

LE POIDS DE LA LUMIÈRE

—

Cette alliance de mots n'est pas un paradoxe : elle exprime une idée aujourd'hui reçue. Naguère M. Jourdain, l'éternel M. Jourdain, c'est-à-dire l'honnête homme qui pense comme tout le monde, vous eût distingué dans l'univers deux catégories de réalités physiques séparées par une infranchissable barrière : d'une part l'eau, le soufre, les

métaux, les roches... substances douées de poids, d'impénétrabilité, d'inertie, en un mot les *matières ;* d'autre part l'électricité, la lumière, l'attraction magnétique... agents dénués des mêmes propriétés, et qu'on appelait précisément les impondérables, les *forces*. Parler du poids de la lumière, allons donc ! autant dire que l'acier aimanté pèse plus que l'acier doux et que la charge du courant fait fléchir les fils télégraphiques : matière et force, le pondérable et l'impondérable, voilà, semblait-il, les deux principes irréductibles dont devaient s'occuper les physiciens.

Contre un tel dualisme la science d'aujourd'hui proteste tout entière. Elle se représente plutôt matière et force comme deux modalités, distinctes sans doute mais non irréductibles l'une à l'autre, comme deux aspects d'une même réalité foncière, étoffe unique de l'univers et de ses phénomènes. Le filament d'une lampe Osram et le faisceau lumineux qu'elle émet ne sont plus doués de propriétés contradictoires : ils ont entre eux un fonds commun : tous deux sont des manifestations diverses de ce que l'on appelle l'*Energie* (1).

Le facteur principal d'une telle évolution dans les idées fut la découverte de la *pression de radiation*. On reconnut que tout rayonnement (lumière, onde de T.S.F., rayons X) exerce une répulsion sur la source qui l'émet et une propulsion sur l'obstacle qui le reçoit. L'énergie radiante se comporte comme un projectile dont le départ fait reculer l'arme à feu et dont le choc renverse la cible ; elle a un certain poids.

Théoriquement prévue à partir de la théorie électromagnétique de la lumière ou à partir des principes de la thermodynamique, cette pression de radiation a été décelée expérimentalement. Je n'indiquerai ici, à titre de vérification, qu'une ou deux de ses conséquences.

Quand une comète vient à passer au voisinage du soleil,

(1) La plupart des idées de cet article sont empruntées à un remarquable petit volume de M. Louis Rougier, professeur agrégé de philosophie : *La matière et l'énergie*. Paris, Gauthier-Villars, 1921. Cet ouvrage renferme en outre un exposé fort intéressant, en langage accessible à tous et sans formules, quoique très précis, de la théorie de la relativité et de la théorie des Quanta.

on voit sa queue tourner autour de son noyau de manière à se maintenir non pas dans le sillage de celui-ci mais à l'opposé des rayons venant du soleil : j'oserais dire que cette queue semble vouloir se cacher dans l'ombre du noyau. Et cela s'explique : les particules matérielles qui constituent cette traînée gazeuse sont extrêmement ténues, leur masse infinitésimale est sensible au moindre choc et la simple pression d'une onde lumineuse venue du soleil suffit à les refouler. Les cheveux de la comète flottent et s'orientent dans le vent des radiations solaires. Mais de même que le vent ne ferait pas flotter un drapeau si l'air n'était pesant, de même la lumière qui repousse l'obstacle doit posséder une masse, infime sans doute, appréciable quand même.

Ajouterai-je que cette pression est devenue chère aux astronomes ? ils l'invoquent pour expliquer le jaillissement merveilleux de ces protubérances solaires, flammes impalpables et raréfiées que l'astre radieux projette et repousse en vingt minutes jusqu'à 600 000 kilomètres de sa surface éblouissante. Ils l'invoquent en leurs hypothèses sur le flottement des nébuleuses dans l'éther glacé des pôles célestes, indécises entre l'attraction des soleils de la voie lactée et la répulsion de la clarté qu'elle accumule... mais trêve d'hypothèses : voici dans ses grandes lignes une récente vérification de cette étrange pesanteur de la lumière.

Si l'émission lumineuse est assimilable à un projectile, elle devra être soumise aux lois de la gravitation : la tremblotante lumière issue d'une lointaine étoile et passant au voisinage du soleil devra être attirée par celui-ci, déviée de sa trajectoire rectiligne, décrire une courbe analogue à l'orbite d'une comète. Bref, l'étoile dont elle provient nous apparaîtra déplacée dans le ciel par rapport aux autres dont les rayons plus éloignés du soleil évitent sa puissante attraction. D'ailleurs l'on peut prévoir par le calcul l'ordre de grandeur de la déviation. Or, l'éclipse du 20 mai 1919 ayant fourni une occasion favorable, cette déviation fut constatée dans des circonstances qui faisaient honneur à la justesse des prévisions (1).

(1) Cette éclipse a montré surtout que, la déviation étant de 1".7 au lieu de 0".8, le phénomène ne s'expliquait pas par le *seul*

Ce que nous avons constaté pour la lumière doit et peut s'étendre à d'autres formes d'énergie. Tout à l'heure nous avons souri à l'idée que la charge électrique pourrait peser comme de la neige sur les fils télégraphiques ; ne sourions pas trop. Le meilleur moyen d'apprécier le poids ou la masse d'un corps est de mesurer son inertie, c'est-à-dire la résistance qu'il oppose à une mise en mouvement. Cette résistance nous a même habitués à la considérer comme caractérisant la quantité de matière mise en jeu : il y a plus de substance dans un pullman-car que dans un wagon à bestiaux parce que, à roulements également doux, l'un est plus difficile à ébranler que l'autre. Or le physicien J. J. Thomson a montré qu'un corps électrisé possède, du fait de sa charge, une inertie supplémentaire d'origine électrique. Il oppose au mouvement une plus grande résistance que s'il était à l'état neutre. Donc dans une certaine mesure l'électricité est pesante.

Une telle constatation nous permet d'ailleurs de comprendre certains phénomènes tels que la self-induction. Lorsqu'on ferme un circuit, de 1000 ampères par exemple, l'intensité normale n'est pas atteinte instantanément : le courant met un temps appréciable à croître de zéro à 1000 ampères ; de même quand on rompt le circuit, le courant ne cesse pas aussitôt : c'est qu'il n'est autre chose qu'une série, un convoi, un chapelet continu de charges électriques, d'ailleurs sans aucun transport de matière, et ces charges en mouvement ont une certaine inertie. De même qu'il faut faire effort pour mettre un train en mouvement, il faut dépenser un certain travail pour établir un courant électrique, pour lancer dans le sens du fil le courant des charges élémentaires ; et de même qu'un train lancé tend à conserver sa vitesse si l'on ne freine pas énergiquement, ainsi un courant établi tend à maintenir son intensité : il faut le plus énergique de tous les freinages, la rupture de la voie, pour l'arrêter et encore le résultat n'est pas instantané.

poids de la lumière et semblait impliquer les théories de la relativité ; mais la conclusion tirée de l'ordre de grandeur de la déviation n'infirme pas la preuve tirée du fait même de son existence, le seul que je considère ici.

Mais le poids de l'électricité diffère de celui de la matière par une curieuse particularité : il n'est pas constant pour une charge donnée, il dépend de la vitesse. Doublez la pesanteur ou attraction gravitationnelle, vous doublerez la vitesse acquise par un corps qui tombe, car sa masse matérielle ne change pas : au contraire, pour doubler la vitesse d'un projectile électrisé il faut une dépense d'énergie d'autant plus grande qu'il est déjà en mouvement plus rapide. C'est ce que vérifient chaque jour les particules échappées à la cathode d'une ampoule radiographique. Ces rayons cathodiques sont des chapelets de projectiles électrisés. Pour augmenter leur vitesse il faut accroître le voltage aux bornes de l'ampoule, ce qui revient à leur communiquer une plus grande énergie. Or à voltage double ne correspond pas vitesse double, parce que le poids électrique de ces projectiles dépend de la vitesse. On conçoit que des expériences convenablement conduites aient permis de déterminer ce qui dans leur inertie doit revenir à la charge électrique d'une part et à la masse matérielle de l'autre. Le résultat assez étrange de ces recherches est que l'inertie des particules cathodiques est *uniquement* d'origine électrique : ce sont, comme le rayon lumineux, des projectiles sans matière, des projectiles de pure énergie.

Ainsi nous en venons à admettre ce qui tout à l'heure nous semblait paradoxal : le courant électrique, à lui seul, pèse ; mais il ne pèse que dans le sens de sa marche. Il ne fera pas fléchir comme la neige les fils du télégraphe, mais comme un courant d'eau à la fermeture brusque de la vanne, il peut donner un coup de bélier dans la conduite : bien plus, en dehors de tout conducteur, il bombarde énergiquement l'obstacle sur lequel il s'arrête et peut le rendre incandescent. Les anticathodes des ampoules de Crookes doivent être énergiquement refroidies.

Nous avons essayé de montrer dans l'énergie les propriétés de la matière ; complétons le rapprochement en montrant dans la matière une accumulation d'énergie.

Un moyen simple de l'établir serait de montrer que la masse d'un corps n'est pas, comme on l'a cru, invariable, mais augmente ou diminue suivant qu'il absorbe ou rayonne de l'énergie. Une toupie devrait être plus lourde en

rotation qu'en repos parce que chargée d'énergie cinétique, un bloc d'acier incandescent plus lourd qu'à froid parce que chargé d'activité thermique, de même que nous avons vu un corps électrisé plus lourd qu'à l'état neutre. Or les phénomènes de radio-activité sont venus apporter à ces vues une éclatante confirmation.

Le radium produit des rayons qu'on eût, il y a trente ans, appelés impondérables, analogues qu'ils sont aux rayons cathodiques, et qui cependant conduisent à la désagrégation, à la disparition totale de l'atome qui les émet (1). Ce phénomène de radio-activité, au lieu d'être l'apanage d'un ou deux métaux rares, tend au fur et à mesure des découvertes à devenir une propriété générale de la matière : en quelques milliers ou millions d'années suivant sa nature, un grain d'uranium, de thorium... — il faudrait dire aussi de plomb ou d'or — se dissipe en énergie radiante au moins partiellement et se transforme en une autre substance de poids moindre. La masse d'un corps est donc faite en partie de l'énergie chimique qu'il pourrait disperser.

Généralisant audacieusement ces données, les physiciens modernes font remarquer que la matière ne se constate que dans et par les manifestations de son activité : c'est là tout ce que nous connaissons de la réalité extérieure. « Quand vous recevez un coup de bâton, disait Ostwald, que ressentez-vous, le bâton ou son énergie ? » Un corps se présente donc au savant d'aujourd'hui comme un complexe d'énergies : énergie de volume qui lui fait occuper une portion définie de l'espace et même se dilater, se répandre en vapeurs ; énergie de mouvement qui le rend capable d'agir par choc ; énergie gravifique en vertu de laquelle il a un poids et attire la planète sur laquelle il tombe comme il est attiré par elle ; énergies chimique, thermique, électrique, lumineuse, magnétique... Bref, la conservation de la masse se ramène au principe plus général de la conservation de l'énergie.

Tout ceci est bel et bien ; mais notre esprit ne se satis-

(1) Ces rayons sont bien constitués en majeure partie par des atomes d'hélium ; mais le poids des produits de désintégration n'égale pas le poids du radium décomposé.

fait d'une affirmation que quand on la lui fait entrevoir probable : si la matière n'est qu'une forme de l'énergie, si elle en est un réservoir qui peut la laisser échapper, dites-nous quelque chose du mécanisme de cette transformation ! Eh bien, oui ! on peut en dire quelque chose ; avec réserve toutefois ; l'explication étant appuyée sur mainte hypothèse encore branlante n'a pas la solidité du fait à expliquer : néanmoins, telle quelle, la voici assez schématiquement.

Admettons que la matière se compose d'électrons en mouvement, c'est-à-dire de petites charges granulaires d'électricité exerçant leur influence sur une portion déterminée de l'espace et décrivant à une allure vertigineuse d'infinitésimales orbites elliptiques. La masse de ces électrons n'est pas attribuable à un support matériel, puisqu'il n'y en a pas (ni à l'éther dont l'existence est aujourd'hui plus hypothétique que jamais...) mais elle est due à leur énergie propre qui constitue leur seule réalité substantielle.

Or quand un électron en mouvement uniforme dans l'espace vient, pour une cause quelconque, à changer de vitesse, cette variation produit un rayonnement. Tel un cheval dont le sabot lancerait des étincelles à chaque virage ou arrêt brusque de ses randonnées, le grain d'énergie émet des ondes rayonnantes à chaque changement de régime de son allure. Ceci ne nous surprendra pas outre mesure, si nous nous rappelons qu'il en est de même dans le monde de la mécanique : la balle tombe au pied de la cible, brûlante du choc ; le tramway dans la courbe gémit sous la contrainte des rails. Ainsi le choc brusque d'une particule cathodique (qui n'est qu'un électron) sur l'anti-cathode donne une pulsation rapide, une sorte de bruit électro-magnétique qui est un rayon X. Ainsi encore le changement périodique de vitesse d'un électron tournant autour de son centre d'attraction produit un rayonnement périodique dont la fréquence correspond à la révolution de l'électron et qui est une raie lumineuse de couleur déterminée : phénomène qui aurait son image mécanique dans les ronds « réguliers » produits dans l'eau par un enfant plongeant et retirant son bâton d'un mouvement parfaitement rythmé. Ainsi enfin l'agitation désordonnée que la chaleur imprime aux élec-

trons vagabonds et indisciplinés des sources incandescentes produit des radiations irrégulières parmi lesquelles on ne distingue plus une couleur déterminée mais tous les tons de la gamme dont la fusion donne du blanc.

Hypothèses ceci ! Sans doute. Mais elles servent à rendre probable l'étroite parenté de l'énergie-matière et de l'énergie de rayonnement, du pesant et de l'impondérable.

A l'ancienne théorie dualiste se posait un problème : Si entre la matière et l'énergie l'opposition de caractères est radicale, si les propriétés essentielles de celle-ci sont la négation des propriétés de celle-là, comment comprendre leur interaction ? Comment admettre les mutuels échanges que supposent entre ces deux réalités les faits de l'expérience quotidienne ? Comment agir sur ce qui est supposé totalement hétérogène ? Pour nous, au contraire, si matière et énergie sont deux modes d'une même réalité, si elles ont des propriétés communes de masse, d'inertie, etc..., leur interaction n'est plus incompréhensible ; une plus grande unité s'introduit dans le monde physique.

Unité d'autant plus foncière qu'ici nous retrouvons l'étroite union de l'être et de l'agir, de la substance et de l'activité, puisque, pondérable ou impondérable, suivant les cas, l'énergie est toujours la compagne inséparable du réel. Elle ne se superpose pas à l'être matériel comme un vêtement d'emprunt, elle n'est pas le flot qui l'emporte inerte en ses vertigineux élans, elle est l'épanouissement de sa nature, l'actuation de ses puissances, ce par quoi seul il se révèle à nous.

ÉMILE DELAYE.

IV

ANCIENNE MÉDECINE ARABE

Les exposés généraux d'histoire de la civilisation islamique ne réservent généralement pas aux doctrines et à la pratique médicales une place proportionnée à l'importance

relative de celles-ci dans l'encyclopédie des sciences et arts du moyen âge oriental. On dira que les médecins peuvent se renseigner ailleurs. Il existe, à vrai dire, de gros ouvrages spéciaux sur l'histoire de la médecine (p. ex. Neuberger, *Geschichte der Medizin*, 1908) ou même, particulièrement, sur l'histoire de la médecine arabe (p. ex. Leclerc, *Histoire de la Médecine arabe*, 2 vol., 1876). Les mémoires, monographies et traductions, qui font revivre tel ou tel coin de l'ancienne médecine musulmane, ne sont point non plus tellement rares. Mais ces œuvres, ou très étendues, ou trop spéciales, le simple amateur ne les a point à portée de la main, ou, dans le cas contraire, il hésite à s'y aventurer.

A des curieux de choses médicales — ni orientalistes, ni historiens mais ayant le goût, j'allais dire la faiblesse, de consacrer parfois une heure ou deux à des lectures « inutiles » — se recommande un petit livre que vient d'éditer la « Cambridge University Press » (1). M. E. G. Browne, un arabisant bien connu, par surcroît « bachelier en médecine », y publie quatre « leçons » prononcées à Cambridge devant un auditoire d'hommes de l'art, qui vraisemblablement (que cela nous rassure !) eussent été, pour la plupart, fort empêchés de traduire, sans le secours du savant conférencier, les quelques lignes de caractères onduleux — véritables « arabesques » — qui serpentent discrètement, çà et là, dans son texte.

Ami lecteur, si vous en avez le loisir, nous causerons quelques minutes, avec M. E. G. Browne, de cette ancienne « médecine arabe » qu'il connaît si bien (2).

Et tout d'abord, jetons un coup d'œil sur la miniature persane (Brit. Mus. Ms. Orient. 2265) reproduite au « frontispice » du petit volume qui nous occupe. L'auteur ne mit-il point un peu de malice — pardon ! d'humour — dans

(1) *Arabian Medicine*. Being the Fitzpatrick Lectures, delivered 1919-1920, by Edw. G. Browne, M. B., Professor of Arabic in the University of Cambridge. — Un vol. in-12, de VII-138 pages. — Cambridge University Press, 1921.

(2) Dans les pages qui suivent, les éléments empruntés à M. Browne seront signalés, chaque fois, par une référence expresse. Nous assumons la responsabilité de tout le reste.

le choix de cette introduction pittoresque : « Les médecins rivaux » ? Nous autres, qui parlons la langue de Molière, nous le comprendrions et l'absoudrions,... sans préjudice de la révérence profonde, et trop intéressée, que nous devons à la Faculté : « *Honora medicum propter necessitatem* ».

Écoutez donc le commentaire historique de cette miniature, où le plaisant, mêlé de tragique, offre une saveur plus orientale que l'inoffensive gaîté de nos comédies classiques. Deux médecins de Cour, confraternellement associés dans la culture de je ne sais quelle santé royale, en vinrent à une rivalité si exaspérée, qu'ils se provoquèrent en duel : un combat tout à fait professionnel, au « poison ». Chacun devait en absorber une dose mortelle préparée par son adversaire, puis s'administrer un contrepoison de son choix. Le premier, enflé de sa science et sûr de lui, avait composé un toxique irrésistible, « dont la virulence, dit le poète *Nizami*, qui raconte cette histoire, aurait fait fondre de la pierre noire ». Le second, selon la convention, boit le terrible breuvage, mais prend aussitôt un antidote... efficace. A son tour de « tirer ». Soit générosité naturelle, soit machiavélisme de psychologue, il se contente de cueillir une rose, et, après avoir murmuré un simulacre d'incantation, offre le parfum de la fleur aux narines de son adversaire décontenancé. Celui-ci tombe raide mort : « une rose, conclut le poète, l'avait fait périr de peur ». La miniature représente le sultan, qui assiste, accroupi sous un dais, à cette « moralité » féroce, dénouement, peu commun aujourd'hui, grâce à Dieu, d'une controverse médicale.

S'il y avait, dans l'anecdote contée par *Nizami*, un grain d'irrévérence, celle-ci ne détonnerait pas sur le scepticisme ironique dont témoignent les vers suivants, qui datent de 857 et qui sont de tous les temps : revanche légère de l'esprit sur le tribut d'honneurs et d'honoraires que la fragilité de notre corps mortel assure aux disciples d'Hippocrate :

Que lui prend-il, au guérisseur, de succomber au mal qu'il avait coutume de soigner (chez les autres) ?
Tous meurent pareillement, celui qui administre la drogue et celui qui l'absorbe,
celui qui l'importe de l'étranger pour la vendre et celui qui l'achète. (Browne, 8).

Justement, cette épigramme fut écrite à l'occasion de la mort du célèbre médecin *Yohanna ibn Masawayhi*, le *Messues* des écrivains latins du moyen âge.

La raillerie, pas bien méchante, se retrouve plus tard à peu près clichée, dans ce quatrain d'une chanson populaire :

Le médecin te répète : « Je puis te guérir »,
tandis qu'il te palpe le poignet et le bras ;
s'il connaissait un remède efficace contre la maladie,
un remède qui écarte la mort, il ne souffrirait pas lui-même
les suprêmes agonies. (Browne, 9).

Il ne faudrait pas toutefois que ces demi-sourires, et ce badinage un peu macabre, nous fissent oublier la situation honorée et très prospère de l'art médical chez les Arabes, surtout à l'apogée de la civilisation islamique, sous les premiers califes Abbassides (750-850).

Avant de nous attarder un peu dans cet « âge d'or », pour y glaner, capricieusement, quelques épisodes significatifs, il sera bon de parcourir, à vol d'oiseau, les phases antérieures de la médecine arabe. « Arabe », qu'est-ce à dire ? Avec M. Browne, nous entendrons par là, non point l'unité relativement étroite de la « race » arabe, mais l'unité plus large du « milieu » musulman dont la langue littéraire et politique fut l'arabe. On se souviendra que ce milieu, sous les califes Omayyades, s'étendait de Samarqand, cœur de l'Asie, jusqu'en Espagne.

Dans les tribus arabes, encore païennes et incultes, dont sortit Mahomet, la médecine indigène ne semble pas avoir dépassé le niveau d'une médecine populaire. Toutefois, dès l'époque du prophète, se marque l'influence latérale du grand centre médical persan de *Jondi-Sâbour* (au S. O. de la Perse ; actuellement, bourgade de *Shah-abad ?)*. Les biographes arabes font mention d'un certain *al Harith ibn Kalada*, qui y apprit l'art de guérir. Son fils, *Nadr* (à moins que ce ne soit le fils d'un autre *al Harith*) pareillement médecin habile, formé à l'école persane, eut la témérité de railler certaines légendes coraniques : Mahomet ne

sut point oublier l'offense, et, s'étant saisi de lui à la bataille de Bedr, le fit mettre à mort.

Cette école médicale de *Jondi-Sâbour*, que nous rencontrons à l'origine de la médecine musulmane, avait déjà un long passé. Au commencement du IVe siècle, on voit s'y fixer le médecin grec Théodore, appelé par le roi *Sapor II*. Mais le grand développement de l'école suivit l'immigration de réfugiés Nestoriens, qui, bannis de l'empire byzantin au Ve siècle, apportèrent avec eux les traditions toujours vivantes de la médecine grecque. D'autre part, au siècle suivant, le Chosroès alors régnant sur la Perse, envoya en mission scientifique aux Indes son médecin personnel, lequel non seulement y recueillit nombre d'ouvrages médicaux hindous, mais ramena avec lui, semble-t-il, des praticiens de là-bas.

A la grande école persane convergèrent donc le savoir grec et le savoir hindou, combinés certes avec les traditions locales, qui ne semblent pas avoir été sans valeur. M. Browne rappelle que déjà l'*Avesta* mentionne trois classes de guérisseurs : les prêtres, qui agissent par la prière et les rites religieux ; les médecins proprement dits, qui prescrivent la diète et les remèdes ; les chirurgiens, qui opèrent au moyen d'instruments. A propos de ces derniers, on ne saurait trop admirer cette sage prescription de la *Vendîdâd* : le chirurgien novice doit avoir opéré avec succès trois « infidèles » avant de risquer sa trousse sur un adepte de la « bonne religion mazdéenne ».

L'école de *Jondi-Sâbour* — de la « civitas Hippocratica », comme on disait en Occident — survécut à l'invasion arabe du VIIe siècle. Tenue en grande estime par les califes, bien qu'elle constituât un milieu hellénistique un peu « collet monté » et longtemps étanche aux Arabes de race, elle continua de prospérer. Nous la retrouverons plus loin.

On sait à quel point Mahomet fut l'éducateur politique et religieux de son peuple. La médecine et l'hygiène ne restaient pas étrangères à ses préoccupations. Parmi les recueils « authentiques » de traditions (*Hadith*), constitués aux IXe et Xe siècles et représentant pour les musulmans l'enseignement extracoranique du Prophète, sa « coutume reli-

gieuse » (*Sunna*) (1), le *Sahih* de *al Boukhari* († 870) contient au total quatre-vingts chapitres traitant *ex professo* de la médecine et de la maladie. La majeure partie de ces textes concerne d'ailleurs la visite et le réconfort spirituel des malades (après tout, n'est-ce pas de la psychothérapie ?), le « mauvais œil », la magie, les talismans et les amulettes, etc. Le reste, plus strictement médical, est assez maigre : deux ou trois méthodes générales de traitement (administration de miel, ventouses, cautérisation) ; une liste de quelques agents thérapeutiques naturels (lait de chamelle, fleur de fenouil, aloès, antimoine, manne, etc.) ; enfin l'indication de quelques maladies (la lèpre, la pleurésie, la céphalalgie et la migraine, l'ophthalmie, la peste, et puis, l'ennemie de tous les jours, la fièvre, « exhalaison de l'enfer »). (Browne, 12).

Il faut croire que cette médecine sommaire (probablement empruntée à des médecins de l'époque, comme *al Hirith*) n'en imposa pas longtemps. *Ibn Khaldoun* (vers 1400) remarque avec à propos « que la mission du Prophète était de faire connaître les prescriptions de la loi divine, et non pas précisément d'enseigner la médecine ou les recettes de la vie quotidienne ».

Après la courte période protoïslamique (Mahomet et ses premiers successeurs : 622, date de l'hégire, à 661), s'ouvre, pour les Arabes et les peuples conquis, l'ère des califes Omayyades, dont la cour fastueuse était établie à Damas (milieu du VIIe siècle au milieu du VIIIe siècle).

Au point de vue qui nous occupe, le fait dominant de cette période, c'est qu'elle prépare la suivante. La conquête même, surtout la conquête de la Syrie et de l'Égypte, et le déplacement à Damas du centre politique de l'empire, amenèrent des contacts multipliés avec quelques foyers importants de la culture grecque. L'esprit arabe, naturellement curieux de savoir, subit le prestige de l'hellénisme.

C'est alors que se firent désirer et qu'apparurent les premières traductions d'auteurs grecs en arabe, prélude d'une longue série, qui devait exercer une influence décisive sur le développement scientifique du milieu musulman. La

(1) Goldziher, *Vorlesungen über den Islam*. Heidelberg, 1910, p. 41 et suiv.

médecine bénéficia, elle aussi, de ce recours aux sources classiques. Dans quelle mesure participa-t-elle à la première grande entreprise de traduction de manuscrits grecs et égyptiens, ordonnée par le prince *Khalid ibn Yazid*, petit-fils du premier calife de la dynastie Omayyade ? Il semble que le prince, fou d'alchimie, n'avait en vue que des ouvrages de cette espèce ; mais sous le manteau de l'alchimie pouvaient passer à la fois la chimie proprement dite et la « materia medica ».

Quoi qu'il en soit, dans les pays d'Islam, aux VIIe et VIIIe siècles, la médecine savante n'était point encore arabisée, tant s'en faut. Les trois ou quatre médecins de cette période dont les noms survivent, sont des chrétiens ou du moins des non-arabes. L'art de guérir resta longtemps un monopole pratique de Grecs, de Syriens, de Juifs, de Persans : les Arabes de race ne s'y adonnèrent que plus tard. Nouveaux venus, il leur fut difficile de prendre pied dans les centres médicaux existants. Un exemple seulement : au temps même des califes Abbassides, le célèbre traducteur d'œuvres médicales grecques, *Honayn ibn Ishaq*, le « Johannitius » des médiévaux, dut s'helléniser à fond, au point de chanter Homère dans les rues, pour forcer en fin la porte de l'école traditionnaliste et dédaigneusement exclusive de *Jondi-Sâbour*.

Et puis, le public n'avait pas confiance dans les premiers praticiens arabes : la mode était contre eux. Écoutons les doléances d'un de ces médecins sans clientèle. *Asad ibn Jani* était connu pour son savoir et son habileté professionnelle ; malgré cela, presque personne ne requérait ses services, fût-ce en temps d'épidémie. A un ami qui lui demandait la cause de ce peu de faveur, il fit cette réponse navrée : « Voilà : en premier lieu, je suis musulman ; or, bien avant mes études de médecine, bien avant même ma naissance, l'opinion publique avait décidé que les musulmans ne peuvent être de bons médecins. Puis, j'ai le malheur de m'appeler *Asad*, au lieu de prendre nom de *Saliba*, ou de *Mara'il*, ou de *Yohanna*, ou de *Bira* (noms syriaques ou araméens), etc. ». (Browne, 8).

Cette situation pénible finira par être retournée au bénéfice des mahométans authentiques. Mais pour provoquer

pareil revirement, il ne fallut rien moins qu'une « arabisation » en masse des monuments de la « sagesse grecque » : ce fut l'œuvre de traducteurs dont l'activité remplit les débuts d'une période nouvelle, comparable à notre Renaissance occidentale.

La dynastie des califes Abbassides, qui se substituèrent aux Omayyades et transportèrent à Bagdad la capitale de l'empire, eut la gloire de seconder cette efflorescence de la civilisation islamique. Toutes les particularités qu'il nous reste à signaler à propos de la médecine arabe se rapportent soit à l'ère extrêmement brillante des dix premiers Abbassides (750-850), soit aux trois siècles suivants, durant lesquels l'autorité des califes fut peu à peu grignotée par la rivalité des dynasties locales, puis ruinée à fond par les invasions mongoles. Le sac de Bagdad et la suppression du califat en 1258, marquent la déchéance définitive de la civilisation arabe, la perte aussi de la plupart de ses trésors littéraires et scientifiques.

Le règne des premiers Abbassides, disions-nous, coïncide, chez les Arabes et chez les arabisés, avec une assimilation intense et rapide de la littérature hellénique, grâce surtout aux traducteurs, dont plusieurs furent eux-mêmes des savants de mérite. Assimilation, d'ailleurs, qui ne rappelle qu'imparfaitement notre humanisme occidental. De littérature latine, on ne se souciait point. Parmi les œuvres grecques même, on négligeait la poésie et le drame : toute l'attention se portait sur la philosophie et les sciences ; parmi celles-ci, la science médicale tint une large place.

Au premier rang des traducteurs d'ouvrages de médecine, nous retrouvons le fameux « Johannitius » *(Honayn ibn Ishaq)*, celui qui dut prendre tant de peine pour se faire accepter, lui Arabe, par ses confrères hellénisants de Jondi-Sâbour. De dix Traités d'Hippocrate existant en langue arabe, d'après le *Fihrist* (« Index » ou recueil biographique, 987), sept auraient été traduits par *Honayn*, et trois par un de ses élèves. En collaboration avec un autre disciple, *Houbaysh*, il acheva la version des seize livres de Galien. *Honayn* les traduisait du grec en syriaque, et *Houbaysh* les retraduisait du syriaque en arabe, cette dernière version étant ensuite revisée par le maître (Browne, 26). Il semble

que, pour une cause ou pour une autre, nombre de traductions arabes n'aient ainsi reflété le grec qu'à travers le syriaque.

Un autre groupe important de traducteurs était originaire de Harran, l'antique cité de Carrae (Κάῤῥαι, non loin d'Edesse), gardienne jalouse des traditions grecques. On y signale plusieurs lignées d'érudits, qui contribuèrent à faire passer en arabe les chefs-d'œuvre médicaux de l'hellénisme. Par exemple : *Zahroun* et sa famille ; ou bien *Thabit ibn Qurra* (836-901) et ses successeurs : deux fils, deux petits-fils et un arrière petit-fils.

En dehors de ce groupe, citons enfin *Yahya an-Nahwi*, connu en Occident sous le nom de Jean le Grammairien, auquel on attribue un abrégé des seize livres de Galien.

Bref, les Arabes, grâce à une armée de traducteurs, dont la plupart nous sont restés inconnus, possédèrent bientôt dans leur propre langue les œuvres des principaux médecins de l'antiquité : Hippocrate et Galien avant tout, puis, entre autres *dii minores*, Dioscoride, Rufus d'Éphèse, Oribase, Paul d'Égine, Alexandre de Tralles, etc.

On sait les services que les traductions arabes d'Aristote rendirent aux Scolastiques occidentaux, avant l'invention du texte grec. C'est aussi par le canal des Arabes que, du XIe au XIIIe siècle, nos aïeux connurent, pour une bonne part, l'alchimie et la médecine antiques. Aujourd'hui encore, sept livres (IX-XV) de l'*Anatomie* de Galien ne sont accessibles que dans la traduction arabe.

Qu'on veuille nous permettre une parenthèse sur les versions latines médiévales d'ouvrages orientaux de médecine. Comme l'observe M. Browne, les traductions syriaques, auxquelles nous avons fait allusion plus haut, esquivaient souvent les difficultés du texte grec par un mot à mot, qui laissait au lecteur la responsabilité de l'interprétation : avouons que les traducteurs, de nos jours, n'ont pas tout à fait abandonné cette pratique. Bien plus, il n'était pas rare qu'un mot grec, inconnu ou jugé intraduisible, fût simplement habillé en caractères syriaques, ce qui comporte une altération plus ou moins profonde. Nos braves Latins en usèrent de même — et souvent pis — avec les textes arabes. Il arrivera quelquefois qu'à partir de l'original grec,

source première, la déformation latine, superposée à la déformation arabo-syriaque, donne un produit final absolument ahurissant.

Des exemples de la fantaisie des transcripteurs et traducteurs latins ?

Qui a fréquenté les écrivains médiévaux, n'a pu manquer d'être amusé, parfois, de la mascarade de noms orientaux travestis qu'il voyait défiler : noms de héros légendaires, de potentats, de philosophes, d'alchimistes, de médecins, d'Arabes, de Maures, de Juifs, voire de chrétiens. Passe pour Almansor *(al Mansour)*, Algazel *(al Ghazzali)*, Alsaharavius ou Abulcasis *(Abou'l Qasim al Zahrawi)*, qui sont des transcriptions immédiates ; mais il y a Messues *(Yohanna ibn Masawayhi)*, Geber *(Jabir ibn Hayyan)*, Avicenne *(Abou'Ali Hosayn ibn Sina)*, Rhazes *(Abou Bekr Mohammad ibn Zakaryya ar Razi)*, Haly Abbas *(Ali Ibnou'l Abbas al Majousi)*, Alhazen *(Ibn al Haitam)*, Aben Guefit *(Ibnou'l Wefid)*, Averroès *(Ibn Roshd)*, Avenzoar *(Ibn Zohr)*, Avempace *(Ibn Baga)*, Abubacer *(Abou Bekr ibn Thofaïl)*, Avicembronus ou Avencebrol *(Ibn Gebirol)*, Bar Hebraeus *(Abou'l Faraj Gregorios)*, médecin et philosophe chrétien, qu'il ne faut pas confondre avec son contemporain juif, le médecin et traducteur Fararius ou Faragut *(Faraj ibn Salim)*, etc.

Plus fâcheuses que ces déformations légères de noms propres, furent les maladresses de traduction, qui nous placent devant des énigmes que le texte original seul, ou du moins le recours à la langue arabe, permet de résoudre. Par exemple, dans la vieille traduction latine du « Canon » d'Avicenne (Venise, 1544), le troisième livre s'intitule : « Sermo universalis de Soda », ce qu'on estimera parfaitement inintelligible jusqu'au moment où l'on saura que *soda* est la transcription phonétique approximative d'une forme arabe qui signifie : céphalalgie aiguë. Autre intitulé, dans la même traduction : *Sermo universalis de Karabito qui est apostema capitis sirsem :* Le mot qui correspond à ce mystérieux *carabitus*, dans le texte arabe publié à Rome en 1593, est *qaranitus* ; mais une source manuscrite ancienne donne la lecture *farranitis*, évidemment empruntée au grec Φρενῖτις. Et ainsi en va-t-il de *alhosos*, censé la traduction

latine de *al os os* (coccyx) ; *alchatim*, de *al qatan* (région lombaire) ; *alhauis*, ou *al ragiazi*, de *al adjiz* (sacrum) ; *nuaged*, ou *neguegidi*, de *an nawajidh* (dent de sagesse) ; *abgas*, de *anfas*, qui n'est d'ailleurs qu'une adaptation arabe de ἀμνεῖος (amnios). Un chapitre de la traduction latine du « Canon » porte ce titre inquiétant : *De Ilixi* ; et, paraît-il, une surcharge marginale suggère *alhasch :* il faut reconnaître là (ce qui répond d'ailleurs au sujet traité) le mot arabe *al Ishq* (amour). (Browne, p. 4, 34, 85, 113).

Mais laissons ces « Latino-Barbari », comme on les a appelés, et revenons au développement de la médecine arabe sous la dynastie des Abbassides.

Comme il fallait s'y attendre, l'école persane exerce encore une influence prépondérante. En 765, le calife *al Mansour*, atteint d'un mal qui laissait perplexes ses médecins ordinaires, mande à la cour de Bagdad le directeur du grand hôpital de Jondi-Sâbour. Après quatre années, celui-ci, sentant sa propre santé ébranlée, demande l'autorisation de retourner dans sa patrie, pour y mourir si tel était son destin. Comme le calife l'engageait à veiller au salut de son âme et à embrasser l'islamisme, le bon Docteur têtu de repartir que, ciel ou enfer, il veut être avec ses ancêtres. Le despote, heureusement, se contenta de rire, et le congédia, chargé de riches présents, mais non sans lui avoir fait promettre d'envoyer à Bagdad, pour le remplacer, un de ses plus brillants élèves de Jondi-Sâbour.

Peu à peu la médecine arabe se dégagea des tutelles étrangères et atteignit l'âge adulte. Elle posséda, non seulement ses propres traductions des classiques grecs, mais aussi des traités originaux ; car elle eut bientôt des praticiens éminents.

Du reste, le goût des choses médicales se répandait dans le public arabe cultivé. On se piquait — les poètes eux-mêmes — d'employer des termes anatomiques. Témoin ce distique (Cf. Browne. 30), dont la préciosité eût fait, au grand siècle, verdir d'envie les bas-bleus de l'hôtel Rambouillet. L'esclave favorite chante, devant le calife *Yazid*, l'ardeur des amants enflammés :

Entre les clavicules et la luette passe un souffle brûlant :

L'éteindre, ou, une fois dégluti, le refroidir, c'est impossible.

Il existe aussi, dans le genre précieux, de petits poèmes sur la fièvre ; mais nous n'en finirions pas de citer.

Qu'on nous permette, toutefois, pour montrer la part considérable qu'usurpait alors la médecine dans une éducation raffinée, de narrer en deux mots l'histoire de la jeune esclave *Tawaddoud*. Ce n'est qu'un conte des « Mille et une nuits », mais les contes ne reflètent-ils pas l'histoire ? Donc, le maître de la dite *Tawaddoud*, étant à court d'argent, offrit celle-ci, une perle rarissime de savoir, au fameux calife *Haroun al Rachid*, pour la somme énorme de 10 000 dinars. Le prince accepta le marché, à condition que cette enfant charmante et encyclopédique pût répondre avec succès à toute question quelconque sur les sciences innombrables qu'elle se flattait de connaître. Aussitôt l'on mobilise les professeurs les plus illustres de théologie, de droit, d'exégèse coranique, de médecine, d'astronomie, de philosophie, de rhétorique et... d'échecs. L'astucieuse petite personne, non seulement répond à tout et à tous, mais se donne le plaisir de poser à chacun des graves interrogateurs une difficulté qu'il ne peut résoudre. La partie médicale de cet examen prodigieux comprenait l'anatomie et la physiologie, le diagnostic, la pathologie des humeurs, l'hygiène, la diététique et autres parties de la médecine. En anatomie, par exemple, la péronnelle énumère avec aplomb à peu près toutes les pièces du squelette ; et si elle semble moins « calée » — qu'on nous passe ce mot estudiantin — sur l'angéiologie que sur l'ostéologie, c'est assurément que la fraude ne veut pas devancer la science de son temps.

Tous ces indices dénotent, sous le règne des Abbassides, une ambiance extrêmement favorable au progrès de l'art médical. Aussi fut-ce l'ère des grands praticiens qui écrivirent en arabe. Ne pouvant entrer ici dans beaucoup de détails, nous nous bornerons à silhouetter, en ordre chronologique, quatre ou cinq figures plus représentatives.

Qu'ils sont donc jolis, ces titres arabes ou persans ! « Le jardin des roses », « Le festival du printemps », « L'alchimie

du bonheur », « L'enclos des parfums », « Le parchemin de la sagesse », « La splendeur de Dieu », « L'éveil de l'âme », « Le livre des conseils », et que sais-je ? Après cela, nous étonnerons-nous qu'une encyclopédie philosophique et médicale soit étiquetée : « Le paradis de la sagesse » ? Composé par *Ali ibn Rabban* (vers 850), ce recueil, qui fit longtemps autorité, traite principalement de médecine, mais secondairement aussi de philosophie, de zoologie, d'embryologie, de psychologie, de météorologie et d'astronomie. C'est moins une œuvre d'observation personnelle qu'une compilation érudite plus ou moins critique. Son auteur semble en avoir eu assez bonne opinion : « Celui, écrit-il, qui médite ce livre avec intelligence ressemble au promeneur attardé en des jardins pleins d'agréments et de fruits, ou bien flânant sur les marchés des grandes villes, où chaque sens trouve plaisir et délectation » (Browne, 40).

Bien que ceci fût écrit en arabe, *Ali ibn Rabban* n'est point un Arabe de race. Son père, *Sahl*, semble avoir été chrétien, ou plus probablement Juif. Lui-même n'aurait fait profession d'islamisme qu'après être entré au service du calife *al Motawakkil*. Musulman de fraîche date, il eut pour élève un mahométan plus authentique, sinon plus orthodoxe, le grand clinicien *al Razi* († entre 903 et 923).

Abou Bekr Mohammad ibn Zakarryya ar Razi (Rhazes, pour les médiévaux) passa la plus grande partie de sa vie dans sa ville natale, la vieille cité de Rey, aux environs de Téhéran : il y devint médecin en chef de l'hôpital, où il trônait, entouré de ses assistants et de ses élèves. On rapporte que les patients, à leur arrivée, étaient d'abord examinés par ces derniers : le maître, après le triage, se réservait les cas difficiles, gibier de roi. Plus tard, *al Razi* fut appelé à diriger le grand hôpital de Bagdad, à la fondation duquel il avait collaboré. Sa carrière, en apparence du moins, fut heureuse et honorée. Malgré cela, lorsque, vers la fin de sa vie, il devint aveugle, il refusa de se faire opérer de la cataracte, préférant, disait-il, cesser de voir un monde qui n'offrait plus pour lui d'attraits ni d'illusions.

On a comparé *al Razi* à Avicenne. Tous deux furent des esprits vastes et bien meublés, rien moins que des spécialistes étroits. Même, notre Rhazes, qui s'était adonné

d'abord à la musique, passait pour un habile joueur de luth. Il se mit, par la suite, à la philosophie ; d'après un auteur arabe, « il n'en sonda pas les profondeurs et n'en comprit pas le but dernier ». Par contre, en médecine, il devint un praticien éminent et un clinicien exceptionnellement précis pour l'époque. Si l'on veut instituer un parallèle entre Avicenne et lui, il faudrait dire, selon l'expression de M. Browne, que, dans Avicenne, le philosophe dépasse de beaucoup le médecin, tandis que l'inverse est vrai de *Razi*.

L'œuvre littéraire de *al Razi* fut considérable. Le *Fihrist* lui attribue 103 ouvrages étendus, et 23 ouvrages plus courts, sans compter deux poèmes. Son traité *De pestilentia* ou *De Peste* parut à Venise, en traduction latine, en 1565. On connaît de lui plusieurs autres Traités, par exemple une étude sur la lithiase rénale et vésicale, publiée et traduite de nos jours (1896) ; ou encore le *Mansouri* (le *Liber Almansoris* des médiévaux. Trad. lat. publiée en 1489). Mais son œuvre capitale fut l'immense *Hawi* (en latin le *Continens*, publié à Brescia en 1486 et à Venise en 1552), compilation posthume, édifiée par ses élèves au moyen de notes et de papiers divers que le maître laissait après lui. Ces notes sont pleines d'observations cliniques qui témoignent de la sagacité exceptionnelle et de l'esprit réaliste de cet habile médecin. M. Browne en cite, comme exemple, un cas de diagnostic difficile : une fièvre, tantôt tierce, tantôt quarte, tantôt irrégulière, que *Razi* traita provisoirement comme fièvre paludéenne, jusqu'à l'apparition de symptômes (pyurie, etc.) qui lui firent diagnostiquer une fièvre septique avec ulcération des reins. Le malade, dûment médicamenté, fut guéri en deux mois.

Après *Rhazes*, le moyen âge latin connut et célébra un autre médecin arabe du xe siècle, pareillement d'origine persane, *Haly Abbas*, ou *Ali ibnou'l Abbas al Majousi* (Ali, fils d'Abbas le Mage). Son père, ou son aïeul, doivent avoir appartenu à la religion zoroastrienne. Lui-même se mit d'abord à l'école d'un *cheïkh*, son compatriote, puis, volant de ses propres ailes, compléta sa formation professionnelle et prit une connaissance approfondie des Anciens. Il publia peu, mais son œuvre principale, le *Liber regius* (imprimé à Lyon, dans la traduction latine d'Étienne

le Philosophe, avec des annotations de Michel de Capella) parut l'ouvrage médical le mieux composé et le plus lisible de l'ancienne littérature arabe. *Haly Abbas* y fait une critique serrée de tous ses devanciers, à partir des Grecs. De *Rhazes*, il trouve le *Liber Almansoris* trop concis, et le *Continens* trop vaste : lui-même cherche une *via media*, et y procède avec méthode. Voici, par exemple, la marche de son chapitre sur la pleurésie (Browne, 56) : Définition de la maladie. Étiologie. Symptômes constants : fièvre, toux, points douloureux, dyspnée. Pronostic : indications fournies par les crachats. Traitement.

Le *Liber regius* resta, chez les Arabes, le manuel favori de médecine, jusqu'à l'apparition du « Canon » de la médecine, d'Avicenne.

Avicenne, ou *Abou Ali Hosayn ibn Abdou'llah ibn Sina* (986-1037) éclipsa tous ses devanciers par l'universalité de son savoir. A la fois théologien, juriste, logicien, philosophe, naturaliste, poète, homme politique, il fut aussi grand médecin. Ses contemporains l'appelaient « le Maître principal », ou « le second Maître » (Aristote demeurant le premier).

Nous n'avons pas à retracer sa carrière mouvementée, et au total brillante, ni à inventorier son œuvre philosophique et théologique (1). Notons seulement qu'il fréquenta, presque toute sa vie, les cours princières, où sa science médicale lui servit souvent d'introduction, d'appui, et, au besoin, de sauvegarde. Comblé d'honneurs, il fut même élevé au vizirat par l'émir de Hamadan. (Nous rencontrerons bientôt un autre exemple de médecin appelé à gérer les affaires publiques.) C'est l'époque où, prenant sur ses nuits, il menait de front la composition de ses deux grands ouvrages : de philosophie (le *Chifa* — la « guérison » — le « Sufficientiae » des Scolastiques) et de médecine (le *Qanoun* ou « Canon »). Ce dernier travail fut très tôt connu en Occident. La traduction latine de Gérard de Crémone († 1187) fut imprimée à Venise en 1544. Encyclopédie immense pour l'époque, le *Canon*, divisé et subdivisé à l'infini, ne contient pas moins d'un million de mots. Tout ce

(1) Voir : Carra de Vaux, *Avicenne*, Paris, 1900.

qui intéresse l'art de guérir y trouve sa place : médecine générale, pathologie interne et externe, pharmacologie, toxicologie.

Le crédit de ce répertoire demeura inégalé : le *Canon* d'Avicenne est le dernier mot de l'ancienne littérature arabe.

Près du tombeau d'Avicenne, à Hamadan, naquit, en 1247, onze ans à peine avant la chute du califat de Bagdad, un homme destiné à illustrer la profession médicale, moins par ses écrits spéciaux — comme écrivain, il s'adonna surtout à l'histoire (1) — que par sa haute fortune et ses libéralités de mécène : *Rashid ed-Din Fadlou'llah.* Ce grand seigneur — au savoir encyclopédique — est le dernier médecin musulman dont M. Browne nous burine le médaillon (pp. 103 et suiv.).

Durant l'enfance de *Rashid*, les invasions mongoles avaient complètement submergé l'ancien empire arabe, sans d'ailleurs que les ruines accumulées étouffassent la civilisation de terroir. La Perse, évidemment, avait été atteinte en premier lieu, et une dynastie étrangère y était solidement implantée. Nous retrouvons *Rashid* au service du souverain mongol, en qualité de médecin de la Cour. Il gagna même si bien la faveur du successeur de ce prince, qu'il fut nommé premier ministre en 1259, et le resta vingt-deux années entières — un record, paraît-il, en ce poste périlleux. — Immensément riche, il employait sa fortune à fonder des écoles, des hôpitaux, des bibliothèques, et à subventionner le travail intellectuel. Dans le quartier somptueux qu'il avait édifié à Tabriz, il attirait, au service de ses institutions scientifiques et charitables, les professeurs les plus érudits, les plus habiles médecins et les meilleurs artisans. Malheureusement, l'intrigue prévalut finalement contre lui : il fut mis à mort, et son magnifique faubourg de Tabriz pillé et détruit.

Les lettres de ce médecin-homme d'État, qui signait simplement, mais non sans fierté : « Rashid le médecin »,

(1) Voir *Histoire des Mongols de la Perse*, par Rashid ed-Din. Éd. et trad. Quatremère, Paris, 1836. M. Carra de Vaux appelle Raschid « un des plus grands historiens de la Perse » *(Les penseurs de l'Islam* », Paris, 1921, tome I, p. 204).

ne manquent pas d'intérêt. Tantôt, c'est une commande urgente de médicaments et d'huiles aromatiques de toutes sortes pour l'hôpital de Tabriz; tantôt, c'est une lettre à son fils, gouverneur de Bagdad, pour régler la distribution de pensions et de cadeaux à des savants (heureux temps !), parmi lesquels un médecin qui reçoit pour son compte une cassette de 1 000 dinars, un habit et une mule harnachée ; tantôt, c'est l'envoi d'un ambassadeur aux Indes, avec mission subsidiaire d'y recueillir certains médicaments inconnus en Perse ; tantôt, ce sont des dispositions testamentaires pour l'entretien de sa riche bibliothèque, qui contenait 1000 Corans et 60 000 autres manuscrits ; tantôt ce sont des instances et des instructions pour la reconstruction ou la réorganisation d'hôpitaux, à Shiraz, à Hamadan, ou bien c'est la nomination de nouveaux médecins dans ces établissements. Bref, une sollicitude universelle, dans laquelle les préoccupations spéciales du médecin tiennent une large place.

Il est temps de clore notre aperçu historique. Pour n'être pas trop incomplet, il devrait s'étendre encore à la civilisation remarquable que les Maures, sous l'impulsion arabe, développèrent en Espagne. Nous rencontrerions là, de nouveau, plus d'un médecin fameux, bien connu des écrivains latins médiévaux : par exemple, pour les citer sous leur nom « occidental » : au Xe siècle, à Cordoue, le grand chirurgien *Abulcasis* ; puis *Aben Guéfit*, à Tolède ; puis encore, au XIIe siècle, à Cordoue, *Averroès*, médecin à la fois et philosophe ; à Séville, *Avenzoar ;* à Cordoue, le philosophe juif *Moyse Maimonide*, qui devint ensuite médecin de la cour de Saladin, en Égypte, etc... Mais nous devons nous borner.

(A suivre.) J. M., S. J., D. Sc.

V

LA CONSTRUCTION DES BALLONS DIRIGEABLES EN ALLEMAGNE PENDANT LA GUERRE (1)

On rencontre peu d'exemples d'un effort aussi considérable et aussi persévérant, malgré de graves échecs, que celui entrepris par l'Allemagne en vue de se constituer une flotte aérienne importante. En un laps de temps relativement court de dix ans, de 1908 à 1918, elle n'a pas construit moins de 140 dirigeables militaires, dont 107 pendant la durée de la guerre. Ces derniers étaient tous du type rigide, à l'exception de trois, et ils présentaient des dimensions notablement plus grandes que celles en usage dans les armées alliées : leur volume allait de 22 500 à 8 500 mètres cubes ; leur puissance variait entre 630 et 2000 chevaux, de manière que leur vitesse maximum pouvait atteindre de 83 à 124 kilomètres à l'heure et la charge utile enlevée de 9 à 52 tonnes.

Les caractéristiques de construction de ces navires aériens ont été soigneusement gardées secrètes pendant toute la guerre et c'est récemment seulement qu'on est parvenu à les connaître. Aussi, de nombreuses erreurs se sont-elles glissées dans les chiffres publiés jusqu'ici sur ce sujet. Le tableau Ici-joint(2), compilé d'après les documents allemands originaux, donne des renseignements exacts sur tous les types de dirigeables allemands. Il montre d'une manière frappante comment on s'est efforcé constamment de perfectionner et d'augmenter la capacité de ces engins. Avant de passer à un autre modèle, on épuisait absolument toutes les améliorations dont l'appareil étudié était susceptible et toute création nouvelle était à son tour soumise à l'étude serrée de ses détails. Il est résulté de cette manière d'opérer qu'on s'est limité à un petit nombre de types bien définis

(1) SCIENTIFIC AMERICAN MONTHLY, mai 1921.
(2) Voir p.

quant à leurs caractéristiques générales et qu'il a été possible de construire en série.

Pour les *Zeppelin*, il y eut trois modèles se différenciant par leur diamètre qui était respectivement de 15, 18.50 et 24 mètres. Les Z. XII et L. 9 qui sortent de cette classification, furent des appareils d'expérience, construits hors série.

La charpente des *Zeppelin* étant formée de poutrelles en duralium, assemblées par système triangulé, il y avait avantage évident à standardiser leurs dimensions et par conséquent à diminuer le nombre des modèles différents. D'autre part, les hangars, de hauteur plutôt insuffisante en général, limitaient le diamètre des ballons. Remarquons-le en passant, les installations des ports aériens ont toujours été le point faible du service de l'aéronautique allemande, qui perdit plusieurs engins par suite du manque de facilité pour les manœuvres. Ainsi, en une occasion, quatre dirigeables importants furent détruits par le feu dans le grand hangar à Ahlhorn, tandis que, une autre fois, deux appareils firent collision et flambèrent en essayant d'entrer dans le hangar de Tondern. Des efforts furent faits pendant la guerre pour remédier à cet état de choses, mais, malgré tout, les garages restèrent toujours insuffisants, car on ne pouvait en édifier qu'un sur le temps mis à construire dix ballons.

Le L. 3 représente le type *Zeppelin* d'avant-guerre, le premier ayant été terminé au début de 1914. Pendant qu'on le construisait en série, la Compagnie *Zeppelin* étudia le type expérimental Z. XII dont les surfaces stabilisatrices et de contrôle étaient combinées en une queue cruciforme. Les résultats donnés par ce modèle furent si concluants qu'on l'adopta pour tous les appareils suivants. Pour ces derniers, on réduisit également le rapport entre la longueur et le diamètre, qui, primitivement de 10, fut amené à 8.8 afin d'améliorer la marche du ballon. Pendant l'été de 1915, le nouveau moteur *Maybach* de 240 chevaux remplaça le type précédent de 210 chevaux, ce qui permit d'augmenter quelque peu la vitesse des dirigeables. Mais avant la fin de cette même année, une nouvelle difficulté se présentait. Les aéroplanes alliés s'élevant à des alti-

TABLEAU I. — LES DIRIGEABLES ALLEMANDS

Désignation	Année de la construction	Nombre d'engins construits	Longueur en mètres	Diamètre en mètres	Capacité en m³	Nombre de cellules à gaz	Tonnage utile	Nombre de moteurs	Puissance totale en chevaux	Nombre d'hélices	Vitesse en kilomètres à l'heure	Nombre d'hommes d'équipage	Affectation
A. — TYPE ZEPPELIN													
Z. IV	1913	2	141	15	19 500	16	8,2	3	540	4	77	14	Armée
Z. VI	1913	1	148	15	20 900	17	8,8	3	540	4	74	14	»
Z. VII	1913	2	157	15	22 400	18	8,9	3	540	4	72,5	14	»
L. 3	1914	6	159	15	22 500	18	9,2	3	630	4	83,5	14	Marine
Z. IX	1914	6											Armée
Z. XII	1915	2	162	16	25 000	15	12,2	3	630	3	90	14	»
L. 9	1915	1					11,1				85	14	Marine
L. 10	1915	5	164	18,50	31 600	16	16,2	4	840	4	96,6	18	»
L.Z. 38	1915	8											
L. 15	1915	5	164	18,50	31 600	16	16,2	4	960	4	100	18	»
L.Z. 87	1915	4											Armée
L. 20	1915	5	179	18,50	35 800	18	17,9	4	960	4	100	18	Marine
L.Z. 97	1916	7											Armée
L. 30	1916	14	197	18,50	55 250	19	32,5	6	1440	6	104,5	22	Marine
L.Z. 113	1916	2											Armée
L. 42	1917	2	197	24	55 500	18	36,4	5	1200	5	100	22	Marine
L. 44	1917	2	197	24	55 750	18	37,8	5	1200	3	104,5	22	»

L. 48	1917	5	197	24	55 750	18	39	5	1200	4	106	22	Marine
L. 53	1917	4	197	24	55 750	14	40	5	1200	4	107,5	22	»
L. 57	1917	2	227	24	68 500	16	52	5	1200	4	101,5	22	»
L. 60	1917	6	197	24	55 750	14	40	5	1450	4	114	22	»
L. 70	1918	1	212	24	62 000	15	44,5	7	2030	6	124	30	»
L. 71	1918	2	212	24	62 000	15	48	6	1740	6	120	30	»
L. 100	non construit	—	239	29,50	108 000	14	82	10	2900	10	132	40	—
B. — TYPE SCHÜTTE-LANZ													
S.L. 2	1914	1	145	18	25 000	15	8	4	720	4	83,5	14	Armée
idem reconstruit	1915	1	157	18	28 000	16	10,4	4	840	4	90	14	»
S.L. 3	1914	3	154	20	31 400	17	13,2	4	840	4	91,5	14	Marine et Armée
S.L. 6	1915	2	162	20	35 000	18	15,8	4	840	4	91,5	18	
S.L. 8	1915	2	175	19	38 800	19	19,5	4	840	4	91,5	18	
S.L. 10	1915	9	175	19	38 800	19	21,5	4	960	4	96,5	18	
S.L. 20	1916	3	199	23	55 750	20	35,3	5	1200	4	100	22	
C. TYPE PARSEVAL													
P. IV	1913	1	94	15,50	10 000	—	3,4	2	360	2	77	8	Armée
P.L. 19	1914	1	92	15,50	10 300	—	3,3	2	360	2	77	8	Marine
P.L. 25	1915	1	120	16,50	14 000	—	6,0	2	420	2	71	10	»
P.L. 26	1916	1	157	19	30 000	—	14,0	4	840	4	80,5	14	»
P.L. 27	1917	1	159	19,50	31 600	—	18,0	4	960	4	90	14	»
D. — TYPE GROSS													
M. IV	1914	1	120	15,50	19 500	—	7	3	480	4	83,5	12	Armée

tudes de plus en plus élevées et la précision du tir aérien s'améliorant de beaucoup, il devenait nécessaire de se tenir à plus grande hauteur et d'y arriver rapidement. Les ingénieurs de la Compagnie *Zeppelin* résolurent provisoirement le problème en ajoutant une cellule à gaz au modèle du L 10 ce qui permit d'accroître en même temps, de 1.5 tonne environ, la charge utile enlevée. On obtint ainsi le L 20, dont on ne construisit que six appareils, car il fut rapidement remplacé par un type beaucoup plus perfectionné. Celui-ci, le L 30 était le premier de la série baptisée *Super-Zeppelin ;* le rapport entre la longueur et le diamètre, encore un peu plus réduit que précédemment, n'atteignait que 8.2 ; le ballon en paraissait beaucoup plus élégant. La puissance motrice était fournie par six moteurs *Maybach* de 240 chevaux actionnant six hélices. Il y avait deux propulseurs, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière de la nacelle principale, un sur chaque côté de celle-ci et enfin un à l'arrière de deux petites nacelles auxiliaires disposées de part et d'autre de la coque, symétriquement par rapport à l'axe principal du ballon. En pratique les résultats de cet agencement ne furent pas très brillants et il fallut le modifier. Tout d'abord le nombre des moteurs et des hélices fut ramené à cinq, par suppression du propulseur d'avant de la nacelle principale ; plus tard, les deux hélices latérales disparurent à leur tour : il n'en resta que trois, une à l'arrière de chacune des nacelles. Sur celles de côté, il y avait deux moteurs qui pouvaient commander soit simultanément, soit séparément l'hélice correspondante. Cette disposition prise pour assurer la marche même en cas d'avarie à un moteur fut trouvée si efficace qu'on l'adopta sur le L 48, étape finale des modifications du L 30.

Ce dirigeable portait quatre hélices placées aux sommets d'un quadrilatère, deux dans l'axe, à l'avant et à l'arrière de la nacelle principale, deux à l'arrière des nacelles latérales.

Durant l'été de 1917, on chercha à alléger la construction des dirigeables. Ce résultat fut obtenu en augmentant les dimensions des cellules à gaz dont la longueur fut portée de 10 à 15 mètres, ce qui réduisit leur nombre de 18 à 14. On réalisa de cette manière un gain de une tonne sur le

poids mort ; le ballon pouvait s'élever plus haut. En même temps les manœuvres se simplifiaient, car on avait moins de ballonnets à contrôler. Ces avantages avaient, il est vrai, leur contre-partie : une résistance plus faible de la coque ; l'emploi d'un nouvel alliage d'aluminium ne parvint qu'en partie à atténuer cet inconvénient.

Ayant ainsi réussi à diminuer le nombre des cellules à gaz, il devenait possible, en augmentant les dimensions des ballons, de produire des unités très puissantes. C'est ce que l'on réalisa avec le L 57, dont deux exemplaires seulement furent exécutés. L'un fit le voyage de Yamboli (Bulgarie) au Soudan et retour, soit un trajet de 7200 kilomètres, la plus grande distance parcourue à ce jour sans escale. Il avait pour mission d'aller ravitailler en produits pharmaceutiques l'armée allemande opérant dans l'Est africain. Mais, avant qu'il eût pu arriver à destination, il fut rappelé par un radiogramme, les troupes en question s'étant rendues.

Au cours de l'année 1918, il devint évident que si les dirigeables allemands ne parvenaient pas à augmenter leur vitesse et à s'élever beaucoup plus, ils étaient condamnés à être anéantis les uns après les autres par les aéroplanes alliés et le tir des canons spéciaux. On munit d'abord le type L 53 de moteurs Maybach de 290 chevaux à super-compression, puis on créa le modèle L 70. Ce dernier, le plus puissant dirigeable qu'on ait coustruit, avait sept moteurs de 290 chevaux dont quatre sur les deux nacelles latérales. Sa vitesse atteignait 124 kilomètres à l'heure. Toutefois, il était incapable de s'élever suffisamment, car à l'une de ses premières sorties, des aviateurs anglais le firent tomber en flammes dans la mer du Nord. Après ce désastre, les plans d'un navire aérien, plus important encore, le L 100, furent dressés ; toutefois, au moment de l'armistice, on n'en avait pas encore commencé la construction.

La carcasse des *Zeppelin* a toujours été métallique ; la firme concurrente *Schütte-Lanz* avait adopté, au début, le bois, et les deux constructions étaient assez différentes dans le principe.

Au cours de la guerre, de part et d'autre, on fut amené

par l'expérience à modifier bien des conceptions originales et dans les derniers modèles du *Schütte-Lanz*, le S. L. 20, on avait abondonné l'armature de bois pour la remplacer par le duralium. Les deux types de dirigeables rigides allèrent ainsi se ressemblant de plus en plus, les ingénieurs de chacune des firmes ayant délaissé leurs idées premières pour converger finalement vers un modèle unique.

Parmi les dirigeables du type souple, seul le *Parseval* mérite de retenir l'attention. Bien qu'on n'ait construit qu'un nombre limité de ballons de ce type, à cause du manque de caoutchouc, ils étaient remarquables par l'importance de leur charge utile. A ce point de vue, ils dépassaient et de beaucoup, leurs rivaux rigides de même capacité. Par contre, ils présentaient une vitesse plus faible. Quand on voulait forcer quelque peu l'allure, il devenait en effet extrêmement difficile de conserver la permanence de la forme de l'enveloppe, nécessaire à la stabilité.

Les deux derniers *Parseval* construits durant les hostilités différaient notablement du type d'avant-guerre. Ils portaient sous l'enveloppe une longue poutre métallique, dans le but de mieux répartir l'effet des charges. Deux nacelles latérales y étaient reliées vers le centre et elle soutenait suivant l'axe deux autres nacelles portant les moteurs et en plus une cabine avec l'équipement de contrôle. Ces grands *Parseval* avaient donc comme les *Schütte-Lanz* cinq nacelles séparées, disposition qui présente l'avantage d'éliminer tout bruit et toute vibration de la cabine de commande où se trouvaient installés les appareils radio-télégraphiques. Vers la fin de la guerre, la Compagnie *Parseval* commença à faire des expériences avec différents alliages d'aluminium, le duralium en particulier, dans le but de se rendre compte si les ballons de capacité moyenne ne pourraient pas être construits plus économiquement d'après le type rigide.

Le dirigeable *Gross* indiqué au tableau I est un modèle d'avant-guerre, construit par le bataillon aérostier de l'armée prussienne. Il n'offre rien de particulier. Il appartient au type semi-rigide, caractérisé par la présence d'une poutre continue au-dessous de l'enveloppe souple et à laquelle deux nacelles étaient suspendues. Comme on vient de le

voir, ce système a été adopté et perfectionné dans la suite par la Compagnie *Parseval.*

Le tableau annexé donne le détail des pertes des dirigeables allemands pendant la guerre et en indique la cause.

PERTES DES DIRIGEABLES ALLEMANDS

Tombés à la suite d'un combat : 27, dont cinq Zeppelin et un Schütte-Lanz affectés à l'armée ; vingt Zeppelin et un Parseval de la marine.

Endommagés en combat ou détruits à l'atterrissage : 15 ; neuf Zeppelin de l'armée et six Zeppelin de la marine.

Détruits dans leurs hangars par des bombes d'aéroplanes : 4 ; deux Zeppelin de l'armée et deux Zeppelin de la marine.

Perdus par suite du mauvais temps : 17 ; quatre Zeppelin et deux Schütte-Lanz de l'armée ; six Zeppelin et quatre Schütte-Lanz de la marine.

Incendiés accidentellement : 15 ; Un Schütte-Lanz de l'armée ; dix Zeppelin, trois Schütte-Lanz et un Parseval de la marine.

Démolis : 31 ; treize Zeppelin, six Schütte-Lanz, un Parseval et un Gross appartenant à l'armée ; six Zeppelin, deux Schütte-Lanz et deux Parseval de la marine.

Détruits volontairement après l'armistice : 7 ; tous Zeppelin affectés à la marine.

Livrés aux Alliés : 7 ; également des Zeppelin de la marine.

M. Demanet,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

I. — DESCARTES SAVANT, par GASTON MILHAUD, Professeur à la Sorbonne. — Un vol. in-8° de 251 pages de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine. — Paris, Alcan, 1921.

Ce volume est une œuvre posthume composée d'une série d'études détachées. Quelques-unes sont inédites ; les autres parurent dans la REVUE DE PHILOSOPHIE, la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE, la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, et aussi dans SCIENTIA. Gaston Milhaud se proposait de les compléter par des études nouvelles, puis de les réunir toutes en un volume intitulé *Descartes Savant*. Les éditeurs — et il faut les en remercier — ont cru pouvoir le donner tel quel, quoique plusieurs chapitres importants y fassent visiblement défaut : tel, par exemple, pour n'en citer qu'un seul, celui qui nous eût donné une étude approfondie de l'atomisme de Descartes.

Le titre peut paraître un peu vague, mais ce manque de précission répond au contenu du volume. On nous y donne des travaux de deux genres. Les uns, et ce sont les meilleurs, analysent et discutent les principales découvertes scientifiques de Descartes. M. Milhaud est géomètre. Différant en cela de beaucoup de ses prédécesseurs, il ne nous répète pas des panégyriques tout faits, mais ose porter sur l'œuvre scientifique de Descartes un jugement indépendant, personnel, et souvent fort juste. Qu'il me soit permis de relever celui-ci, car j'y trouve la confirmation d'une idée qu'à plus d'une reprise j'ai défendue. En Mathématiques, Descartes n'est pas le révolutionnaire qu'on se plaît parfois à montrer en lui. S'il n'a pas plagié, comme on le lui a reproché à tort, il a été profondément influencé par le milieu

ambiant. Il était, on le sait, en relations scientifiques épistolaires avec tous les esprits les plus distingués de l'Europe. Aussi, malgré son incontestable originalité, l'œuvre mathématique de Descartes est-elle encore tout imprégnée par les méthodes géométriques des Grecs ; elle se rattache directement aux travaux de l'Hellade et en forme le couronnement magnifique, mais naturel.

Le second groupe d'études de M. Milhaud diffère totalement du précédent. Il est relatif à la mentalité ou, si on le préfère, à la psychologie de Descartes. L'auteur est bien informé. Il a d'ailleurs puisé aux meilleures sources, la *Correspondance de Descartes* et le *Journal de Beekman*, sans négliger la *Vie de Descartes*, par Baillet.

Les titres des chapitres compléteront les renseignements qui précèdent.

Introduction : La question de la sincérité de Descartes. Ch. 1. Les premiers essais scientifiques de Descartes. Ch. 2. Une crise mystique de Descartes en 1619. Ch. 3. L'œuvre de Descartes pendant l'hiver 1619-1620. Ch. 4. Ce que rappelait à Descartes la date du 11 novembre 1620. (Dans un écrit aujourd'hui perdu, mais que Baillet avait eu en mains, Descartes avait écrit en marge : « 11 Novembris, coepi intelligere fundamentum inventi mirabilis ». Cette phrase énigmatique n'a jamais été bien éclaircie. M. Milhaud croit qu'il s'agit d'une lunette destinée à l'observation des astres.) Ch. 5. Les travaux d'optique de 1620 à 1629. Ch. 6. Le problème de Pappus et la Géométrie analytique (1631). La *Géométrie* (1637). Ch. 7. La querelle de Descartes et de Fermat au sujet des tangentes. (J'ai rendu compte en détail de cet article important dans mon bulletin annuel d'*Histoire des Mathématiques*, en juillet 1920.) Descartes et l'analyse infinitésimale. Ch. 8. Descartes et la notion du travail. Ch. 9. Descartes expérimentateur. Ch. 10. Descartes et Bacon. (Descartes avait beaucoup lu Bacon et le philosophe français, d'ordinaire si sévère pour ses contemporains, parle toujours avec éloge du baron anglais. M. Milhaud cherche à expliquer ce fait d'autant plus étrange que la méthode de Bacon s'éloigne plus de celle de Descartes.) Ch. 11. Le double aspect de l'œuvre scientifique de Descartes.

H. Bosmans.

II. — Précis d'Arithmétique, par J. Poirée, Capitaine d'artillerie, licencié ès sciences mathématiques. — Un vol. in-8° de v-64 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

« M. Poirée a condensé dans un petit nombre de pages, lisons-nous dans la préface, tout ce qui fait l'objet des cours classiques ; il a même ajouté un chapitre des plus intéressants qui initie le lecteur aux éléments de la théorie des nombres.

« En élaguant tout ce qui n'est pas indispensable, l'auteur passe rapidement, sans toutefois négliger la rigueur, sur la numération, les opérations fondamentales, la divisibilité, les nombres premiers, en mettant bien en évidence l'ordre logique des théorèmes. Les fractions lui permettent d'introduire et de préciser la notion de limite que les débutants ont tant de peine à bien comprendre. De même en étudiant la racine carrée, il introduit naturellement les nombres irrationnels. »

L'auteur nous avertit qu'il s'est attaché surtout à expliquer le pourquoi et le mécanisme de chaque opération, sans chercher à donner le « littéral » des règles d'arithmétique. Il y a des professeurs qui hésiteront à considérer cette méthode comme la meilleure et qui continueront à penser que les théorèmes et les règles nettement formulés, loin de surcharger la mémoire et l'esprit de l'élève, lui facilitent le travail et l'aident à mieux comprendre.

M. Poirée a peut-être trop cédé parfois au désir d'abréger. Ainsi, dans la théorie du PGCD, il démontre que tout nombre qui divise a et b divise deux restes successifs, mais il néglige d'établir la réciproque. Était-il superflu d'avertir les débutants que cette réciproque est vérifiée, puisque le raisonnement n'est efficace qu'à la condition de s'appuyer sur elle ?

Ces imperfections ne détruisent pas le mérite foncier de l'ouvrage.

R. A.

III. — Introduction a l'étude des fonctions elliptiques a l'usage des étudiants des Facultés des Sciences, par Pierre Humbert, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier. — Un vol. in-8° de 38 pages. — Paris, Hermann, 1922.

L'auteur de ce petit ouvrage s'est proposé de compléter l'enseignement des cours de licence et d'introduire les fonctions elliptiques en s'appuyant uniquement sur les propriétés élémentaires des fonctions analytiques avec lesquelles l'étudiant est déjà familiarisé. Dans un premier chapitre, l'auteur définit la fonction $p(u)$ de Weierstrass par l'inversion de l'intégrale elliptique. Il prouve que la fonction inverse est uniforme et méromorphe et que ses périodes correspondent à celles de l'intégrale, étudiée par la méthode des lacets. Un second chapitre contient quelques théorèmes généraux sur les fonctions doublement périodiques. Le troisième et dernier chapitre renferme les définitions des fonctions $\zeta(u)$ et $\sigma(u)$. On y étudie les principaux modes de représentation des fonctions elliptiques au moyen des fonctions de Weierstrass ci-dessus et l'on y fait l'application de ces mêmes fonctions au calcul des intégrales elliptiques fondamentales.

Cet opuscule est écrit avec rigueur, élégance et clarté et nous pensons qu'il est propre à rendre service aux étudiants.

C. V. P.

IV. — Principios de analisis matematico. El problema fundamental del analisis, por el P. Emiliano de Echaguibel, S. J., professeur de mathématiques à Oña (Espagne). — Un vol. de 286 pages (26 × 20). — Bilbao, Eléxpuru, 1922.

Ce livre est écrit pour servir de guide aux esprits désireux de s'éduquer par la discipline mathématique et d'entreprendre ainsi la préparation quasi indispensable à l'étude de la physique théorique et des branches supérieures de l'analyse.

C'est un traité raisonné d'arithmétique et d'algèbre. L'auteur y résout, avec un soin tout particulier de la précision, le problème fondamental, comme il dit, de l'analyse mathématique : définir les nombres naturels (il le fait par recours à la théorie des ensembles) et les opérations fondamentales sur ces nombres, ainsi que celle du passage à la limite; définir ensuite tous les nouveaux genres de nombres, par exemple les irrationnels et les complexes, dont la considération rend seule toujours possible chaque opération fondamentale.

Les démonstrations constituent les seuls exercices proposés au lecteur. Pour rester élémentaire dans l'étude des nombres complexes, l'auteur fait appel aux considérations géométriques et trigonométriques qui étayent aussi la théorie des exponentielles et des logarithmes.

Il réserve le recours aux séries indéfinies pour un autre ouvrage où il se propose d'étudier les « algorithmes auxiliaires et complémentaires » des principes essentiels de l'analyse mathématique.

H. D.

V. — Cours complet de Mathématiques spéciales, par J. Haag, Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. Tome II : *Géométrie.* — Un vol. gr. in-8° de 661 pp.

Exercices du Cours de Mathématiques spéciales, par J. Haag. Tome II : *Géométrie.* — Un vol. gr. in-8° de 502 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

La publication du Cours de M. Haag, dont le tome I, relatif à l'algèbre et à l'analyse (lui aussi, complété par un volume d'exercices) avait paru en 1914 (1), s'était trouvée entravée par la guerre. Elle vient heureusement de reprendre, et le tome II, consacré à la géométrie, qui vient de voir le jour, est bien loin d'atténuer l'excellente impression que nous avait produite le tome I. Tout au contraire même, pouvons-nous dire, car les qualités de clarté, d'élégance, d'originalité de l'auteur ont peut-être trouvé sur ce terrain une meilleure occasion encore de s'affirmer.

Le titre lui-même attire une observation qui n'est pas sans importance ; ce titre n'est pas « géométrie analytique », suivant la coutume, lorsqu'il s'agit de la partie géométrique d'un cours de mathématiques spéciales, mais, tout uniment, « géométrie ». C'est qu'en effet, tout en s'appliquant à fournir à l'étudiant toutes les notions indispensables à qui a besoin d'acquérir le maniement des méthodes de la géométrie analytique, l'auteur ne s'interdit pas — et comme il a raison ! — de recourir aux considérations géométriques directes

(1) Compte rendu inséré dans la livraison de janvier 1914 de la Revue (p. 267).

affranchies de l'intervention de l'outil analytique. C'est là la bonne manière. Il ne saurait être question de méconnaître l'importance primordiale de la méthode analytique pour l'étude des faits de l'espace, ni de déprécier les services immenses dont elle est la source ; mais il n'en est pas moins vrai qu'un emploi par trop exclusif des procédés qui en dérivent risque parfois d'oblitérer un peu chez les élèves le sens de l'intuition, si précieux à qui doit appliquer les mathématiques à un objet quelconque. Aussi ne pouvons-nous, pour notre part, qu'approuver l'auteur, lorsque, défendant son point de vue dans sa Préface, il dit : «... quoique le calcul ait été mon principal instrument, je n'ai pas hésité, toutes les fois que cela me semblait plus simple ou plus fécond, à employer exclusivement le raisonnement géométrique ou bien à le combiner avec la méthode analytique. J'estime qu'il faut habituer les élèves à savoir discerner, dans leur arsenal, les armes les plus puissantes, *celles qui doivent les conduire au but avec le moins de peine* ». Une telle déclaration est bien trop conforme à la manière de voir que nous avons nous-même formulée à diverses reprises (1) pour que nous ayons la moindre hésitation à y adhérer sans aucune réserve.

D'autre part, et d'accord en cela avec toute une école moderne, dont la thèse se soutient par de bonnes raisons, M. Haag a renoncé, pour son exposé, à la séparation radicale de l'étude des faits géométriques, selon qu'ils appartiennent à un domaine à deux ou à trois dimensions. Cela a l'avantage d'éviter certaines redites et de mieux faire saillir les analogies qui se manifestent de l'un à l'autre de ces domaines.

Ce n'est d'ailleurs pas seulement sur ce point que M. Haag s'écarte des programmes officiels. Il sépare nettement les théories générales, traitées dans une première partie, de leur application à l'étude des courbes et surfaces classiques, réservée pour une seconde « exception faite, dit-il, pour la droite, le plan, le cercle et la sphère, dont l'usage est indispensable dès le début ». Une telle façon de procéder se jus-

(1) Notamment dans la Préface de notre *Cours de Géométrie pure et appliquée de l'École Polytechnique.*

tifie parfaitement ; avec elle on évite, d'une part, de fractionner l'exposé des principes en y intercalant leur application aux coniques et quadriques, et d'autre part, par une même conséquence, de morceler l'étude de ces courbes et surfaces particulières, qui, poursuivie sans interruption, offre aux yeux de l'élève un édifice remarquablement harmonieux.

Indépendamment des coniques et des quadriques, l'auteur étudie encore, à titre particulier, en les choisissant parmi les plus classiques, diverses cubiques et quartiques ou même courbes transcendantes : courbes cycloïdales, chaînette, tractrice, spirales, hélices...

Si l'auteur en prend à son aise, à très juste raison, avec les programmes officiels en ce qui concerne l'ordre des matières, il ne s'en montre pas moins indépendant pour ce qui est de leurs limites. « Je n'ai pas craint, déclare-t-il, d'esquisser certaines théories, telles que lignes asymptotiques, lignes de courbure, congruences, etc., qui ne sont pas encore au programme de la classe de Mathématiques spéciales, mais qui me paraissent aussi faciles à assimiler que bien des calculs de pure géométrie analytique. » Ce n'est certes pas nous qui y contredirons, ayant, à diverses reprises, soutenu une thèse analogue. Au surplus, qui veut strictement s'en tenir au cadre des programmes officiels n'a qu'à laisser de côté, dans l'ouvrage, tout ce qui le déborde ; quant au lecteur qui, sans préoccupation d'un concours à préparer, voudra s'initier à toutes les parties de la géométrie analytique qui peuvent être regardées comme vraiment fondamentales, il aura, avec l'excellent livre de M. Haag, de quoi grandement se satisfaire et par les voies les plus directes, les plus faciles à suivre, les plus sûres.

De même que le tome I, ce tome II est complété par un volume d'exercices sur le cours, les uns entièrement résolus, les autres simplement énoncés, quelquefois avec une indication rapide sur la marche à suivre pour les résoudre ; mais, simplement d'ailleurs parce que la matière s'y prête mieux, ce volume d'exercices est bien autrement riche et varié que le précédent. C'est qu'en effet la géométrie est incontestablement la science offrant pour les débutants le choix le plus abondant d'exercices pourvus d'un intérêt propre

et permettant de mettre en évidence les qualités d'invention de l'esprit qui s'y attache. Des exercices d'algèbre ou d'analyse élémentaire, particulièrement ceux qui portent sur la différentiation, n'exigent, à tout prendre, que du soin et de l'attention ; ceux de géométrie mettent en jeu des qualités bien plus fines de l'esprit, en dépit de l'aphorisme, au reste généralement mal interprété, de Pascal. Un recueil comme celui de M. Haag constitue donc pour l'apprenti géomètre un moyen d'entraînement de premier ordre.

En résumé, l'enseignement de la géométrie analytique, tel que cet auteur l'a compris dans ses deux volumes, nous semble éminemment approprié aux vrais besoins de l'étudiant et nous ne voyons guère comment on en pourrait concevoir de meilleur.

M. O.

VI. — L'Œuvre scientifique de Laplace, par H. Andoyer, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes, professeur à la Sorbonne. — Un vol. in-16 de 162 pages. — Paris, Payot, 1922.

Ce petit ouvrage est extrêmement bien fait. Je ne me contente pas de dire qu'il a toutes les qualités de clarté et de précision qui sont celles auxquelles on pense d'abord pour un travail de ce genre, mais voici ce qu'il a de plus et qui le rend précieux : à l'instant d'exposer le rôle de Laplace dans le développement de chacune des théories qu'il a abordées, M. Andoyer ne manque pas de décrire, d'une manière suffisamment détaillée, l'état de cette théorie immédiatement avant l'intervention de l'auteur de la mécanique céleste, ainsi que le rôle qu'y jouèrent les contemporains et les quasi-contemporains de celui-ci ; c'est peut-être à propos de la Théorie des erreurs que ce programme a été réalisé de la manière la plus heureuse.

Voici les titres des chapitres dans lesquels l'ouvrage est divisé : Résumé biographique, premier aperçu sur l'œuvre de Laplace ; Les caractéristiques de l'œuvre de Laplace ; L'œuvre de Laplace en Mécanique céleste ; Les travaux de Laplace sur la Théorie des probabilités ; Recherches de Laplace sur des sujets divers, l'Exposition du système du

monde, le Traité de Mécanique céleste et la Théorie analytique des probabilités.

C'est dans le respect de l'ordre chronologique que M. Andoyer trouve la raison d'en agir différemment, mais on pourrait penser que les objets traités dans ce dernier chapitre l'auraient été, mieux à leur place, dès les deux chapitres précédents.

Les citations de Laplace sont nombreuses et toujours courtes, formant un petit recueil de Pensées qui ne vieilliront pas davantage que les sciences auxquelles elles se rapportent. « La théorie des probabilités n'est au fond que le bon sens réduit au calcul : elle fait apparaître avec exactitude ce que les esprits justes sentent par une sorte d'instinct, sans qu'ils puissent souvent s'en rendre compte. » — « Les sciences même les plus exactes renferment quelques principes généraux que l'on saisit par une sorte d'instinct qui ne permet pas d'en douter, et auquel il est bon de se livrer d'abord. » — « Si l'on insiste trop en commençant sur l'exactitude des démonstrations, il est à craindre que de vaines subtilités ne produisent de fausses idées, qu'il est très difficile ensuite de rectifier. » — « L'analyse, lorsqu'elle est convenablement appliquée, peut toujours fournir aux astronomes les méthodes les plus faciles et les plus abrégées pour les calculs numériques. » A cette réflexion exprimée à propos de la détermination des orbites, M. Andoyer ajoute : « Il ne faut pas oublier, pour comprendre ces paroles, que les astronomes avaient alors l'habitude de procéder par tâtonnements, souvent sans direction, et s'aidaient volontiers de paraboles de carton pour chercher les orbites des comètes ».

La page de garde de la couverture annonce la publication prochaine d'un *Cours de Mécanique céleste* par M. Andoyer.

M. Alliaume.

Annuaire pour l'an 1922, publié par le Bureau des Longitudes. — Un vol. in-16 de VIII + 632 + 6 + 29 + 35 + 18 + 5 + 70 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1922.

L'Introduction prévient des modifications apportées à la rédaction de l'Annuaire. En particulier, la note sur les *Spectres stellaires* et leur classification a été réécrite par M. de

Gramont en tenant compte des résultats les plus récents. Les tableaux des *longueurs d'onde* et des *poids atomiques* ont été corrigés par MM. Ferrié, de Broglie et Urbain. De plus, M. de Broglie a ajouté une note sur la *Mesure des longueurs d'onde des rayons X au moyen de la diffraction cristalline*, et M. Guillaume une note sur les *Aciers au nickel*.

Notice A (6 p.). — *Discours* prononcé par M. Hamy en prenant les fonctions de Président du Bureau des Longitudes.

Notice B (29 p.). — E. Picard, *La théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie*. Nécessairement un peu rapide, cette notice présente avec une grande clarté les idées essentielles de la Relativité. L'auteur a « tracé cette esquisse en observateur impartial, n'ayant pas encore une opinion sur la place que l'avenir réservera à l'édifice si séduisant par certains côtés construit par Einstein, et se demandant si c'est un progrès que de chercher à ramener la physique à la géométrie, mais plein d'admiration pour l'effort accompli dans cette audacieuse tentative » (1).

Notice C (35 p.). — Ch. Lallemand, *Monnaies et change*. La disparition de la monnaie d'or et les variations brusques de valeur de la monnaie fiduciaire amènent « les plus graves perturbations dans les transactions économiques, la vie sociale et la situation financière des nations. Au sujet des remèdes possibles à cet inquiétant état de choses, il règne, dans le public, les idées les plus fausses et chaque jour voit naître des suggestions dont la fantaisie ne diminue pas le caractère dangereux. Pour donner du problème une idée un peu nette » cette notice rappelle brièvement « le rôle de la monnaie dans l'antiquité et les transformations successives qu'elle a subies », et se termine « par quelques mots sur le mécanisme des changes et sur les effets sociaux de leurs mouvements ».

Notice D (18 p.). — L. Favé, *Joseph Renaud, Directeur d'Hydrographie de la marine* (1854-1921), Compte rendu d'une carrière d'une extrême activité : levés hydrographiques en Indo-Chine, guerre du Tonkin, levée de côte de Grave-

(1) Cette notice a été publiée séparément en une brochure de 27 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1922.

lines à Nieuport, levé des parages de Brest, recherches sur le régime des côtes, amélioration du port de Rouen, étude des côtes marocaines, contributions durables à la technique de l'hydrographie (recherche des hauts-fonds, forages sous-marins), extension à la mer du système des fuseaux horaires, création du Bureau hydrographique international.

Notice E (5 p.). — M. Hamy, *Discours prononcé aux funérailles de M. G. Lippmann.*

M. Alliaume.

VII. — Théorie mathématique des assurances, par P. J. Richard (*Bibliothèque de mathématiques appliquées* de l'*Encyclopédie scientifique*), 2e édition. — Deux vol. in-18 jésus, de 455 et 320 pages. — Paris, Doin, 1922.

La première édition de cet ouvrage (1) avait été écrite par M. Richard, ancien élève de l'École Polytechnique, aujourd'hui Directeur adjoint à la Compagnie d'assurances « La Nationale », en collaboration avec son camarade M. E. Petit. C'est M. Richard seul qui s'est chargé de rédiger la seconde édition, profondément remaniée et considérablement augmentée, puisque l'ouvrage, qui tenait primitivement en un seul volume, en comprend maintenant deux. C'est, peut-on dire, en réalité, d'un ouvrage nouveau qu'il s'agit ici. Aussi croyons-nous devoir insister quelque peu sur les particularités qui le caractérisent.

Tout d'abord, il convient de remarquer que, suivant le vœu qui avait été formulé à propos de la première édition par le *Bulletin de l'Association des actuaires belges* (2), M. Richard a employé exclusivement, cette fois, la notation dite *universelle*, en donnant, à la fin du premier volume, une liste récapitulative des principaux symboles, destinée à faciliter la tâche du lecteur français encore peu familiarisé avec cette notation.

Vu la nécessité pour tout actuaire de posséder des idées nettes sur le calcul des probabilités, l'auteur n'a pas hésité

(1) Un compte rendu en a été publié dans la livraison d'avril 1908 de la Revue, p. 609.

(2) N° du 15 juin 1908.

à donner, en tête du premier volume, des développements assez importants relatifs aux épreuves répétées, à la probabilité des causes, à la théorie des erreurs, avec le souci constant de l'application à l'assurance des définitions et des théories classiques. Ceci l'a conduit à des notions générales, telles que celles de la dispersion, du risque, du plein, de la stabilité des entreprises, qui sont appliquées dans la suite de l'ouvrage aux divers groupes d'assurances et notamment, de la façon la plus complète, aux assurances sur la vie.

Le livre II traite des assurances sur la vie. Le chapitre I ne diffère de celui de la première édition que par : 1° l'adjonction d'alinéas relatifs à l'application de la méthode continue aux calculs fondamentaux (probabilités de vie et de décès, taux instantanés, groupes de têtes, équations de survie), ce qui contribue à donner à l'ouvrage une meilleure tenue scientifique ; 2° l'application à l'assurance sur la vie de la théorie de la dispersion ci-dessus signalée ; 3° de plus amples développements consacrés à l'ajustement graphique, dit mécanique.

Dans le chapitre II, l'auteur a consacré quelques pages à l'application de la méthode continue aux calculs d'annuités (annuité continue), et donné de nouveaux développements sur les méthodes de calcul des primes, qui rendront service aux actuaires et calculateurs des bureaux d'actuariat. S'attachant surtout aux méthodes générales multiples, il les applique aux cas particuliers usuels. A signaler à ce point de vue les méthodes de calcul des rentes réversibles et des rentes de service et la méthode générale de résolution du problème des contre-assurances avec ses applications aux différentes assurances et notamment à l'assurance dotale, dont la prime est obtenue par trois procédés différents qui constituent d'excellents exercices de calcul.

Dans le chapitre III, après avoir indiqué comment on calcule les tarifs en donnant les formules générales de calcul, l'auteur fait une application de ces formules en prenant pour valeurs des chargements celles qui sont imposées en France pour la détermination du tarif minimum. Au point de vue pratique, le paragraphe qui donne les primes brutes des principales combinaisons sera fort utile aux étudiants actuaires, souvent embarrassés par cette question des chargements,

qui n'a jamais jusqu'ici été traitée à fond d'une façon claire dans les ouvrages d'assurances.

En ce qui concerne le calcul des réserves mathématiques, l'auteur ne s'est pas borné, comme dans la première édition, à l'étude des méthodes employées en France ; il fait un examen critique des méthodes de Zillmer et de Höckner, célèbres à l'étranger et fort discutées. Le mode de constitution et le jeu des réserves sont exposés d'une part au moyen de la méthode classique française de M. Poterin du Motel et, d'autre part, par la méthode allemande des primes de risque et d'épargne.

Le chapitre se termine par deux paragraphes nouveaux. Le premier est relatif à la détermination des résultats financiers, à l'attribution et à la répartition des bénéfices ; le second est une application directe aux opérations viagères de la théorie générale du risque qui fait l'objet du chapitre II du Livre I.

Le deuxième volume, entièrement nouveau, est consacré aux assurances autres que celles sur la vie, qui ont été jusqu'ici à peu près totalement négligées par les auteurs et actuaires français. C'est là, de la part de M. Richard, une œuvre absolument personnelle, d'où résulte, en cet ordre d'étude, un progrès considérable.

Le Livre I traite des assurances individuelles. La théorie des assurances contre l'invalidité et celle des assurances contre la maladie sont exposées parallèlement, d'une façon méthodique. Toutes les fois que cela lui est possible, l'auteur donne plusieurs procédés pour résoudre chaque problème et ne craint pas de paraître poursuivre un but didactique en traitant des questions qui pourront ne sembler que de simples exercices de calcul. Il ne néglige d'ailleurs pas pour autant le côté pratique, et, sur les principales tables d'invalidité et de morbidité publiées, il donne des détails aussi complets que possible.

On peut regarder comme particulièrement important le chapitre IV consacré à des applications diverses. Jusqu'ici les tarifs des assurances qui constituent une combinaison des assurances maladie, invalidité, décès, ont été établis d'une façon purement empirique. En donnant, pour l'étude de ces assurances très répandues, comme l'assurance indi-

viduelle contre les accidents, des méthodes rationnelles qui ne sont que l'application des théories générales précédentes, et en résolvant d'une façon complète le problème compliqué que constitue l'assurance complémentaire de l'assurance sur la vie, l'auteur a incontestablement fait une très utile besogne de technique actuarielle.

La théorie de l'assurance invalidité permet de résoudre par simple transposition de termes, le problème de l'assurance nuptialité-natalité. Il est tout à fait inutile de répéter les calculs et raisonnements déjà faits.

Le chapitre V a trait aux assurances de responsabilité civile et aux assurances de choses. Les premières soulèvent des problèmes compliqués dont la solution rationnelle complète, théoriquement obtenue, ne peut être admise pratiquement. Mais l'auteur a tourné cette difficulté en indiquant une méthode statistique pratique de détermination des primes qui est également applicable aux assurances de choses. De ces dernières, il y a peu de chose à dire au point de vue mathématique ; l'auteur en indique la raison et se borne à donner quelques détails sur les caractéristiques des divers risques.

Enfin le Livre II de ce deuxième volume vise les assurances collectives. Un premier chapitre y est consacré à l'étude des bases techniques des assurances sociales. Chacun des systèmes financiers imaginables peut être représenté par une équation caractéristique, cas particulier d'une même équation fondamentale. La comparaison de ces divers systèmes en est grandement facilitée et le système d'assurances individuelles, exclusivement étudié dans le premier volume et le Livre I du second, n'apparaît dès lors que comme un cas particulier très simple.

L'application de cette théorie générale à l'assurance contre les accidents du travail, étudiée au point de vue de la législation française, fait l'objet du chapitre II. La question est complexe. Si la détermination des primes et coefficients de risques est un problème d'assurance collective à traiter d'après les méthodes du chapitre précédent, la réparation de chaque accident nécessite la résolution de problèmes d'assurances individuelles. C'est ainsi que le calcul de la valeur des rentes d'orphelins, qui sont des rentes réversibles,

effectué d'après la méthode des coefficients indéterminés indiquée dans le premier volume, fournit un système d'équations linéaires intéressant que résout immédiatement une formule d'analyse combinatoire.

Les paragraphes de technique pure tels que ceux consacrés à l'exposition de la méthode des coûts moyens et à la surveillance des risques sont, de la part de l'auteur, le fruit d'une expérience personnelle déjà longue et n'ont par conséquent pas seulement le caractère de vues théoriques.

L'appendice qui termine le second volume reproduit, après mise à jour, les indications que donnait déjà la 1re édition sur les caisses d'État françaises et sur les tontines ; l'auteur y a ajouté une étude mathématique des opérations de capitalisation avec tirages, considérées comme un cas particulier des opérations viagères. Cet exposé, proposé comme exercice de calcul, peut servir de guide pour la rédaction des notes techniques exigées des sociétés de capitalisation par les services de contrôle dans les pays, comme la France, où le contrôle d'État a été institué.

A titre d'observation générale, on peut dire que dans tout le corps de l'ouvrage le point de vue philosophique n'a pas été négligé ; l'auteur y a indiqué sommairement les avantages et les défauts des méthodes en faisant ressortir la vraie nature et la valeur des résultats obtenus. A ce sujet, on peut particulièrement signaler, dans le premier volume, la définition de la probabilité mathématique et les extensions de cette notion (pp. 2, 3, 10), les notes de la page 13 relatives à la définition de l'espérance mathématique, la définition du nombre des vivants à chaque âge (texte et note de la page 69), les considérations qui justifient l'application du calcul des probabilités aux assurances et qui montrent le vrai caractère des calculs actuariels (théorie de la dispersion, p. 190, conclusion, p. 426), les considération sur l'ajustement (p. 111, 134, 135 et note page 167), la discussion relative aux bases du calcul des tarifs (pp. 314, 315), l'exposé critique des méthodes de Zillmer et Höckner (pp. 370 et suiv.), l'attribution des bénéfices (p. 414) etc.

Disons enfin que les Index bibliographiques par lesquels se terminent les deux volumes, établis avec le plus grand soin, fixent de façon aussi complète que possible l'état de la

littérature relative à la science actuarielle, à l'heure présente. Nous ne croyons pas risquer de nous tromper en affirmant que l'ouvrage ainsi mis au point et complété par M. Richard, avec un remarquable talent mathématique, est le meilleur et le plus complet de ceux qui ont été consacrés jusqu'ici à la matière très spéciale qui en fait l'objet.

PH. DU P.

TURBINES A VAPEUR, par le Colonel F. CORDIER (*Bibliothèque de Mécanique appliquée de l'Encyclopédie scientifique*), 2e édition. — Deux vol. in-18 jésus, de 335 et 342 pages. — Paris, Doin, 1922.

Depuis qu'a paru la première édition de cet ouvrage (1) les progrès réalisés dans la production des aciers à grande résistance et à limite élastique élevée ont entraîné des progrès corrélatifs dans la construction des turbines, qui, par ailleurs, s'est régularisée en se simplifiant. Mais les problèmes qui se posaient lors de cette première édition sont restés les mêmes ; aussi l'auteur a-t-il jugé bon de ne pas modifier le plan général de l'ouvrage tout en le remaniant et le complétant de telle façon qu'il a été nécessaire de le scinder en deux volumes.

D'une manière générale, on peut dire qu'un plus grand développement a été donné, dans cette nouvelle édition, à la partie descriptive, afin de tenir compte des progrès accomplis dans la construction des turbines, ainsi que de l'extension donnée à l'emploi de la turbine mixte pour la production de la force motrice électrique et pour la constitution de groupes, de plus en plus répandus dans l'industrie, assurant simultanément un service de chauffage et un service de force motrice.

La description des puissantes unités des stations centrales d'électricité, l'examen des dispositifs au moyen desquels l'alimentation et la marche synchronique des groupes turbo-alternateurs sont réalisées, l'étude des appareils qui ont pour but de mettre les turbines spécialement affectées à un double service en mesure d'assurer à ces machines un fonctionnement régulier et sûr, sont des questions d'autant

(1) Compte rendu dans la livraison d'avril 1911 de la REVUE (p. 661).

plus intéressantes que le champ d'application de ces machines spéciales s'étend davantage ; aussi doit-on savoir bon gré à l'auteur de les avoir traitées avec plus d'ampleur dans cette nouvelle édition.

Lorsqu'il s'agit de la propulsion des navires, le problème change d'aspect et les conditions que doivent remplir les turbines et leurs organes de commande sont totalement différentes de celles qui se rapportent aux turbines des stations centrales, d'où la nécessité de séparer leur description de celle des machines terrestres.

Celles de ces deux grandes catégories de turbines qui présentent une particularité intéressante font, dans cette nouvelle édition, l'objet d'une description plus détaillée, ou même y figurent pour la première fois. Tel est le cas notamment pour la turbine suédoise Ljungström, à double rotation, de création récente.

En outre, l'auteur a ajouté quelques nouveaux chapitres consacrés à l'étude de l'installation des turbo-machines et de leurs condenseurs spéciaux, dans les stations centrales d'électicité, et à l'analyse des pertes d'énergie dans les diverses parties d'une telle installation.

Afin de mettre à même le lecteur de l'ouvrage de choisir en toute connaissance de cause la turbine répondant à un besoin nettement défini, d'apprécier la valeur, au point de vue du fonctionnement, d'une turbine donnée, ou même de calculer les dimensions principales d'une turbine en projet, le Colonel Cordier s'est attaché à donner au moins une idée de l'ordre de grandeur des facteurs qui caractérisent soit le mouvement du fluide, soit le rendement, soit tout autre élément de la machine ; c'est là un soin dont on ne saurait trop le louer.

A cet effet, il a ajouté encore des applications numériques à celles que contenait déjà, et même en grand nombre, la première édition.

Voulant aussi faciliter l'exécution de ces divers calculs, il a adjoint aux tables numériques de la vapeur d'eau un remarquable nomogramme relatif aux propriétés de la vapeur, construit, d'après la méthode des points alignés, par l'ingénieur américain Eichhorn, et qui, joint au diagramme entropique pour la vapeur d'eau, fournit le moyen de suivre

et, le cas échéant, de reproduire, d'après d'autres données, les exemples de calcul relatifs à la détermination des éléments fondamentaux des divers types de turbines à action, à réaction, à chute de vitesse, dont les prototypes sont les turbines Rateau, Parsons et Curtis.

Enfin, l'ouvrage a été augmenté, en annexe, de la codification des nouvelles unités, établie en France par une loi de 1919.

Tenu ainsi au courant des derniers progrès, plus soigné encore dans tous les détails ayant trait soit à la partie théorique, soit à la partie descriptive, le livre du Colonel Cordier reste un des meilleurs guides à suivre dans cette branche spéciale de la mécanique appliquée.

PH. DU P.

VIII. — ÉLÉMENTS DE MÉCANIQUE A L'USAGE DES INGÉNIEURS. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX, par ROBERT D'ADHÉMAR, ingénieur des Arts et Manufactures, docteur en sciences. — Un vol. in-8° de IX-183 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

C'est un petit manuel très élémentaire qui n'a d'autre ambition que de servir utilement d'initiation à la théorie. En quelques pages d'introduction l'auteur résume les principes fondamentaux du calcul différentiel, du calcul intégral et de la statique géométrique. Les chapitres I à V exposent les principes des théories de la traction et compression, de la torsion et de la flexion ; les chapitres VI à VIII sont consacrés à l'étude des poutres reposant sur plusieurs appuis, avec ou sans encastrement ; le chapitre IX contient un choix judicieux d'exercices numériques ; le chapitre X, la théorie du flambage, et les trois derniers sont consacrés à l'étude plus récente du béton armé.

L'auteur ne traite volontairement que les questions faciles ; mais il les traite d'une manière suffisamment complète pour les rendre intéressantes, et même pratiques. Aussi le lecteur ne perd jamais le contact avec la réalité ; il rencontre, à chaque pas, les tables et les données numériques nécessaires pour appliquer les formules aux problèmes concrets. Écrit par un mathématicien, ce manuel possède

les qualités de concision, de correction et de clarté qu'on est en droit d'attendre de son auteur. Une erreur s'était glissée dans le problème d'une poutre reposant sur trois appuis, à propos de la détermination des réactions. Signalons en passant qu'elle a été rectifiée par l'auteur dans un errata paru après l'ouvrage.

C. V. P.

IX. — L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE, par CHARLES PROTEUS STEINMETZ. — Un vol. de 195 pages (25 × 16) avec 50 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

Ce livre traite de l'exploitation des systèmes de distribution de l'énergie électrique. Ce n'est pas un ouvrage d'enseignement, ni de vulgarisation scientifique ; il résume la situation de l'industrie électrique et touche aux principales questions qu'elle soulève. L'intérêt du livre réside dans l'opinion d'un homme qui, par sa situation de « chief consulting engineer », de la General Electric de Schenectady, a été mêlé à toutes les difficultés que présente l'exploitation des grands réseaux d'électricité. Cette opinion, très compétente et fort personnelle, s'applique cependant toujours à la pratique américaine et elle étonnera parfois l'exploitant européen.

A côté de chapitres d'un intérêt secondaire, destinés sans doute à remplir le cadre de l'ouvrage, on remarquera ceux relatifs au choix des tensions de distribution (l'auteur prône le 110 volts plutôt que le 220 volts) et à celui de la tension des alternateurs que l'auteur limite à 13 000 volts. Le choix entre l'isolateur debout et celui à suspension fait l'objet d'une critique intéressante, puis ce sont les pertes d'énergie des lignes à haute tension, la production des harmoniques et des oscillations dans les réseaux, question qui a toujours préoccupé l'auteur, les oscillations des machines synchrones, le fonctionnement des parafoudres et notamment de celui à électrodes d'aluminium tant utilisé aux États-Unis.

Une discussion intéressante au sujet de la traction par courants alternatifs monophasés étudie les conditions de la commutation de ces moteurs et compare le moteur à répulsion à celui à courant continu.

L'éclairage par incandescence et par arc fait l'objet d'un

chapitre spécial. L'emploi tant répandu en Amérique des arcs mis en série au nombre de 50 ou 100, a été modernisé en desservant ces arcs à l'aide de courant continu produit par un transformateur statique à courant constant alimentant une soupape d'Hewitt. Ces arcs sont fréquemment du type à électrodes en magnétite, l'ensemble constitue dès lors un système très original inconnu chez nous. Cependant, il résulte des chiffres cités que son avantage par rapport à la lampe 1/2 watt peut être mis en doute.

Au sujet des centrales, l'auteur signale l'emploi de plus en plus répandu des selfs sans fer, tant pour les alternateurs que pour le sectionnement des barres omnibus des centrales très puissantes.

Bref, l'ouvrage passe en revue un grand nombre de questions discutées, sur lesquelles il est intéressant d'avoir l'opinion d'un homme de la valeur de M. Steinmetz. Le livre est bien présenté, sans formules cependant, ce qui nuit parfois un peu à la clarté.

G. GILLON.

X. — ESQUISSE D'UNE HISTOIRE DE LA TECHNIQUE, par A. VIERENDEEL, professeur à l'Université de Louvain. — Deux vol. de 387 pp. (12 × 19), 6 fig. Collection « Lovanium ». — Bruxelles, Vromant, 1921.

« La Technique peut se définir : l'application de la Science à l'Industrie. Son but est d'atteindre, et de réaliser au plus bas prix, le résultat le meilleur et ce avec le minimum de peine et le maximum de rémunération pour tous les coopérateurs » (1).

Une histoire complète en serait quasi sans fin ; l'auteur s'est limité aux sujets rentrant quelque peu dans le cadre de ses études ; voulant être compris de tout le monde, il évite les détails intéressant uniquement les spécialistes.

Le chap. I offre un aperçu général sur l'évolution lente de la technique depuis les temps préhistoriques jusqu'à la chute de Constantinople. Les chapitres II et III présentent l'historique succinct de deux sciences théoriques : les mathé-

(1) Préface, p. 5.

matiques et la mécanique, deux outils d'importance capitale pour le développement de la technique.

La mécanique de Galilée-Newton se complète par la thermo-dynamique (chap. IV). Ensuite le livre raconte, et c'est ce que nous y préférons, l'histoire de l'électricité (chap. V), de la machine à vapeur, des locomotives, des turbines (chap. VI-VIII), des moteurs à gaz, essence, pétrole (chap. IX). Il explique l'essor rapide de l'aérostation et de l'aviation (chap. X, XI). Après un chapitre sur l'éclairage au gaz, il se termine par l'étude de grandes constructions métalliques et du béton armé.

Tous ces perfectionnements matériels, favorables somme toute au bien être social, M. Vierendeel les dit avec admiration, en un style sans apprêt, parfois avec des boutades dans le ton familier de la conversation. Moins admirateur des savants que des inventeurs, il ne manque aucune occasion de fustiger la présomption des théoriciens trop prompts à circonscrire, au nom de la science acquise, le champ des améliorations praticables.

H. D.

Moderne Magnetik von Felix Auerbach. — Un vol. de VIII-304 pages (23 × 15), 167 fig. dans le texte. — Leipzig, J. Ambrosius Barth, 1921.

Dans le *Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus*, en cinq volumes, édité sous la direction du Professeur L. Graetz (dont les tomes I, II, IV et trois fascicules du tome III ont seuls paru jusqu'ici), le traité du magnétisme est presque entièrement l'œuvre du Professeur d'Iéna, F. Auerbach. Au cours de ce travail encyclopédique, l'auteur pensa que bien des lecteurs, ingénieurs, ou professeurs, ou simples curieux des sciences, n'auraient pas d'intérêt à se procurer et à étudier un ouvrage aussi considérable, mais aimeraient sans doute à savoir l'état actuel de nos connaissances en magnétisme. Et c'est une vue d'ensemble de cette partie des sciences physiques qu'il leur présente ici, avec un talent d'exposition au moins égal à son érudition. Il renonce aux indications bibliographiques forcément trop nombreuses; des formules mathématiques, il ne retient que les indispen-

sables pour préciser les lois expérimentales et le sens des théories, et n'a pas le loisir de les démontrer ; il emploie très fréquemment les diagrammes pour analyser les phénomènes et décrire leur enchaînement ; il trace des schémas pour montrer les méthodes de mesures et résume en tableaux numériques les résultats des recherches. Bref, il s'aide habilement de tous les moyens pour parler clairement, mais brièvement, d'investigations faites dans un domaine scientifique singulièrement complexe et mystérieux. La majeure partie de son livre est un exposé court, mais complet, très heureusement gradué et remarquablement lucide, des faits expérimentaux, de leurs lois, puis des méthodes scientifiques et industrielles de mesure. Un seul chapitre, sur dix, réservé à la fin, est consacré aux synthèses partielles que réalisent les diverses théories. Un onzième chapitre présente, comme en appendice, l'état de la question du magnétisme terrestre.

H. Dopp.

Analogies mécaniques de l'Électricité, par J. B. Pomey, ingénieur en chef des Télégraphes. — Un vol. de XIX-152 pages (25 × 16) avec 16 fig. dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

Ce livre présente le développement de trois conférences faites aux élèves de l'École supérieure d'Électricité qui ont suivi les cours de télégraphie sans fil.

Maxwell ramenait en quelque façon l'électromagnétisme à de la mécanique. Ainsi il applique aux phénomènes d'induction entre divers circuits conducteurs les équations de Lagrange, relatives au mouvement de systèmes matériels à liaisons. La forme des circuits et leur position relative dépendent de variables en nombre égal aux degrés de liberté du système mécanique qu'ils constituent. Dans chaque circuit la quantité d'électricité qui a traversé une section donnée du conducteur depuis le moment pris pour origine des temps est une variable ; l'on peut la considérer comme une coordonnée de Lagrange généralisée ; sa dérivée par rapport au temps, c'est-à-dire l'intensité de courant électrique dans le circuit, en pourra être regardée comme la vitesse. L'état du système résulte non seulement des variables qui définissent

la forme et la situation des circuits, mais encore de ses coordonnées généralisées de nature électrique et de leurs dérivées, les intensités des courants. Son étude peut se faire par la méthode de Lagrange en mécanique.

L'auteur estime que l'électricien peut trouver dans les phénomènes des mouvements matériels une image concrète des phénomènes plus mystérieux dont il fait l'étude, et il traite par le menu plusieurs exemples d'analogies spécialement intéressants pour ceux qui s'occupent de télégraphie sans fil.

Il expose d'abord la méthode de Maxwell, en traduisant pour ainsi dire ce dernier (chap. I). Puis il applique cette méthode : le principe des vitesses virtuelles résout les problèmes de distribution du courant dans des réseaux de conducteurs plus ou moins complexes, comprenant des bobines et des condensateurs (chap. II). Les sphères pulsantes de Bjerknes, membranes élastiques gonflées de gaz soumis à de rapides variations de pression et placées dans un liquide incompressible au repos, constituent une image hydrodynamique de l'attraction ou de la répulsion électrostatiques (chap. III). Les oscillations électriques se calquent sur les mécaniques ; l'antenne vibre comme une corde sonore (chap. IV et V). La lampe à trois électrodes, génératrice d'oscillations, ressemble beaucoup à l'horloge qui entretient le mouvement de son pendule (chap. VI).

Ainsi les questions d'électromagnétisme s'éclairent par les problèmes analogues des mouvements matériels ; elles se concrétisent du moins dans la mesure compatible avec les formules abstraites de la mécanique analytique.

H. D.

La physique théorique nouvelle, par Julien Pacotte, Docteur ès sciences. — Un vol. de VII-182 pages (25 × 17). — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

« Le livre présent, dit l'auteur, est un essai historique, critique et méthodologique sur la science nouvelle. Les œuvres d'ensemble d'Henri Poincaré, Walter Ritz, H. A. Lorentz et Max Abraham m'ont fourni la plupart des matériaux et les indications les plus précieuses. »

Son ouvrage fait preuve d'une étude approfondie des

œuvres citées et de celles de bien d'autres savants encore. Dans cet essai les réflexions d'une critique très personnelle se condensent et s'accumulent sur les théories de la radiation électromagnétique de Maxwell, de Lorentz et de Ritz et autres physiciens et sur les rapports de ces théories avec celles de la relativité, avec les principes de la physique, avec les vues sur la constitution de la matière et de l'éther.

Manifestement l'auteur suppose familière au lecteur la connaissance détaillée de ces théories, car s'il n'écrit pas une seule formule mathématique il y fait sans cesse allusion en termes techniques. Le lecteur, pour se rendre compte des idées émises, devra, croyons-nous, s'astreindre à traduire ce langage abstrait dans les symboles relativement plus concrets, et assurément plus précis, des formules.

H. D.

L'ÉTHER ACTUEL ET SES PRÉCURSEURS (simple récit), par E. M. LÉMERAY. Préface de L. LECORNU, Membre de l'Institut. — Un vol. de IX-141 pages (18 × 12) de la collection « Actualités scientifiques ». — Paris, Gauthier-Villars, 1922.

Les idées nouvelles de la relativité générale des phénomènes s'attaquent à la conception physique de l'éther. S'il existe, il faudrait cesser de le considérer comme un milieu fluide universel sans poids, mais doué de propriétés mécaniques et qui remplirait l'espace même en l'absence de toute matière et de tout rayonnement.

Beaucoup de physiciens, et non des moindres, se refusent à abandonner cette idée de l'éther répandu partout, même dans le vide.

L'auteur estime que leur répugnance à l'égard des conceptions nouvelles ne s'explique pas par des raisons vraiment scientifiques. Persuadé que la foi en l'existence de l'éther a ses racines en des croyances ancestrales, il offre une reconstitution des stades principaux de celles-ci depuis les temps historiques les plus reculés. Il s'efforce de montrer comment l'idée d'un milieu universel s'est imposée à l'homme sous des formes toujours nouvelles, puis corrigées ou démenties au fur et à mesure des progrès de la science expérimentale, et conclut :

« L'éther n'existe pas, non parce que l'air universel, le phlogistique, le calorique n'existent plus ; le fluide électrique a bien résisté à l'épreuve ; et l'électron a déjà à son actif d'innombrables services. Mais l'éther, comme milieu pouvant exister indépendamment de la matière ordinaire, n'est pas, parce qu'il est devenu encombrant et inutile. La foi en l'éther existe encore par suite de prédispositions héréditaires de notre intelligence... »

Trop souvent, dans des allusions incidentes, l'auteur parle des convictions spiritualistes et religieuses comme si elles relevaient uniquement des mêmes méthodes de connaissance que les théories scientifiques du monde phénoménal, tributaires de l'irrémédiable imperfection naturelle des sens.

H. Dopp.

XI. — La théorie de la relativité d'Einstein, par le P. Th. Wulf, S. J., traduit par le P. H. Dopp, S. J. — Un vol. de VIII-86 pages (23-14). — Bruxelles, Albert Dewit, 1922.

C'est une très heureuse inspiration d'avoir traduit en français la brochure du P. Wulf (analysée dans la Revue du 20 juillet 1921). Il n'est pas, à notre connaissance, de meilleure introduction à l'étude de la théorie de la relativité, et à ceux qui ne désirent qu'un exposé simple, clair et cependant exact, aux personnes non spécialistes surtout qui forment ce qu'on appelle le public cultivé, on ne saurait rien conseiller de mieux approprié.

La traduction est très bien faite. Elle se lit sans fatigue, et rien n'y rappelle la structure complexe de la phrase allemande. Cela, sans préjudice aucun de la plus stricte fidélité à la pensée de l'auteur. On s'en apercevra, par endroits, à certaines métaphores qui semblent quelque peu dépaysées dans un texte français.

V. S.

XII. — Traité de Chimie générale, par W. Nernst, professeur à l'Université et Directeur de l'Institut de Chimie physique de l'Université de Berlin. 2e édition française, complètement refondue d'après la 10e édition allemande par

A. Corvisy, professeur agrégé des Sciences physiques. Première partie : *Propriétés générales des corps, Atome et molécule.* — Un vol. de 620 pages (25×16), avec 33 figures dans le texte. — Paris, J. Hermann, 1922.

L'ouvrage du professeur W. Nernst est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en faire l'éloge ; d'ailleurs le fait qu'en moins de 20 années ce traité en est à sa dixième édition montre, mieux que tout commentaire, le succès qu'il a eu ainsi que le souci de l'auteur de le tenir au courant des progrès réalisés en ces dernières années et qui pour une bonne part sont dus aux recherches de l'auteur lui-même ou à des travaux inspirés par ce traité.

C'est un traité de Chimie physique, qui étudie par conséquent surtout les lois générales des phénomènes physico-chimiques, leur groupement et leur interprétation. Comme il faut s'y attendre, il suppose chez le lecteur une certaine connaissance des éléments de l'analyse mathématique, du calcul différentiel et intégral.

Le plan et la disposition générale n'ont guère changé ; comme dans les premières éditions, l'ouvrage se partage en quatre livres : le premier s'occupe des propriétés générales de la matière ; le second est consacré spécialement au développement de la théorie moléculaire ; les deux derniers étudient les affinités chimiques, c'est-à-dire les transformations de la matière, et les transformations de l'énergie (1). Pourtant cette nouvelle édition diffère notablement de la première traduction française faite sur la sixième édition allemande. Les plus importantes modifications se rencontrent dans le livre deuxième, où l'auteur développe des vues très intéressantes sur la constitution intime des atomes et le nombre atomique, sur les nouvelles découvertes en radioactivité et les éléments isotopes, sur certaines conséquences de la théorie des quanta qui s'est montrée si précieuse pour l'interprétation de divers phénomènes physiques et chimiques. Évidemment l'auteur n'a pu passer sous silence la théorie de la relativité qui entraîne comme conséquence la négation de l'hypothèse de l'éther et, d'autre part, le fait que l'énergie

(1) Nous n'avons encore la traduction que de la première partie, c'est-à-dire des deux premiers livres.

possède une certaine inertie (masse) en sorte que, lorsque un point matériel perd de l'énergie, sa masse diminue pareillement. Toutefois, ces variations de masse liées aux opérations sont excessivement faibles ; on a en effet, en appelant E la perte d'énergie, c la vitesse de la lumière,

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} ;$$

il s'ensuit que ces pertes sont bien inférieures aux erreurs de pesée, et n'ont aucune influence sur les résultats lorsqu'il s'agit des réactions ordinaires ; c'est tout au plus dans la formation des atomes, formation accompagnée d'une énorme perte d'énergie, qu'il y a lieu d'en tenir compte. Quant à l'hypothèse de l'éther, l'auteur préfère la garder comme un moyen logiquement nécessaire pour l'intelligence de nombreux phénomènes. « L'introduction de la transformation de Lorentz est d'ailleurs parfaitement compatible avec ce point de vue ; l'échec de tous les essais faits jusqu'ici pour démontrer le mouvement absolu d'un point matériel dans l'éther est parfaitement expliqué par la transformation de Lorentz : quant à savoir si d'autres mesures que celles d'ordre optique et électrodynamique ne pourront nous conduire à la mesure des vitesses absolues dans l'océan d'éther, c'est une question qui, à mon avis, reste ouverte. »

L'existence des molécules et des atomes, la constitution elle-même des atomes, n'est plus pour l'auteur une pure hypothèse, c'est pour lui un fait démontré. « On doit considérer comme un progrès fondamental de toutes les sciences de la nature, dit-il à la fin de son chapitre sur la grandeur absolue des molécules, d'être arrivé à une détermination parfaitement digne de confiance du poids absolu des atomes et des molécules, progrès qui a été réalisé pendant la dernière décade. » Il peut être intéressant de savoir quelles sont ces valeurs exprimées dans le système C. G. S. adoptées par l'auteur.

Nombre de molécules par molécule-gramme (Nombre d'Avogadro) $N = 6{,}064.10^{23}$.

Masse de l'atome d'hydrogène $M = 1{,}662.10^{-24}$.

Poids atomique de l'électron négatif (O = 16) $E = 0{,}000546$.

Masse de l'électron négatif $= 9.00.10^{-28}$.

Charge électrique de l'électron (unités électrostatiques) $e = 4{,}774.10^{-10}$.

Le diamètre du noyau est de l'ordre de grandeur de 10^{-13} cm. ; dans l'atome d'hydrogène, l'électron négatif se trouve à une distance du noyau qui est égale à $0{,}532.10^{-8}$ cm. et tourne autour de ce noyau $6{,}2.10^{15}$ fois par seconde et pendant ce temps parcourt un espace de 2000 km.

La traduction d'un pareil ouvrage n'est pas chose facile. Le traducteur a eu le souci de rendre aussi exactement que possible la pensée de l'auteur. Peut-être pourrait-on lui reprocher de l'avoir serrée de trop près, même dans l'arrangement des mots, ce qui rend parfois la phrase moins souple et plus difficile à comprendre.

J. P.

MÉTHODES ACTUELLES D'EXPERTISE employées au Laboratoire municipal de Paris et DOCUMENTS SUR LES MATIÈRES RELATIVES A L'ALIMENTATION publiés sous la direction de M. ANDRÉ KLING, Docteur ès sciences, Directeur du Laboratoire municipal de Paris. Tome IV : *Produits végétaux et dérivés*. — Un vol. de 464 pages (25 × 17). — Paris, Dunod, 1922.

Dans le numéro du 20 janvier de cette REVUE, nous avons rendu compte du premier tome de cet ouvrage. Le présent tome a été conçu dans le même esprit et procède de la même façon ; nous n'aurions donc qu'à répéter les éloges décernés alors. Dans la première partie du volume se trouve d'abord une étude de M. G. Le Gall de Tertre, ancien chimiste au Laboratoire municipal, sur les Céréales, Légumineuses, Fécules, Farines, Pain, Pâtes alimentaires et Pâtisseries. Nous y trouvons des détails très nombreux et très intéressants sur la composition, les altérations et falsifications, l'analyse de ces différents produits. Les autres produits végétaux : Cacao et Chocolat, Café et Chicorée, Thé, Épices et aromates sont examinés par M. V. Genin, licencié ès sciences physiques, chef des travaux analytiques au Laboratoire, qui pour chacun d'eux étudie, 1° la définition, préparation, composition, 2° les falsifications, 3° l'analyse, 4° l'interprétation des résultats. Comme souvent le meilleur procédé d'analyse de ces substances est encore l'examen microscopique, M. Lucien Robin y a ajouté un chapitre sur la micrographie,

dans lequel, après avoir donné sommairement les principes fondamentaux d'optique, il décrit en détail le microscope et l'ultramicroscope, l'outillage accessoire du micrographe et le maniement du microscope, enfin il termine par quelques applications du microscope.

Dans la deuxième partie nous trouvons d'abord l'étude sur la Saccharimétrie et les produits alimentaires sucrés, par M. Gelin, Ingénieur chimiste (E. P. C.), Chimiste contrôleur au Laboratoire municipal ; en second lieu un travail de M. Cuniasse, ancien chimiste au Laboratoire municipal, sur les Alcools et Spiritueux. Le premier travail comprend : 1° l'étude des sucres et de leurs propriétés générales, 2° les méthodes générales de dosage des sucres, 3° l'étude particulière et le dosage des principaux sucres : glucose, lévulose, sucre interverti, saccharose, lactose, maltose et dextrine, 4° l'analyse quantitative d'un mélange de sucres, 5° l'analyse des matières alimentaires sucrées et, enfin, 6° la théorie élémentaire des appareils d'optique usités en saccharimétrie. L'étude sur les alcools nous donne 1° les propriétés et la caractérisation de l'alcool; 2° l'origine et la classification des divers alcools éthyliques, 3° l'analyse des alcools, 4° la composition des diverses eaux-de-vie et enfin l'analyse des principaux spiritueux : absinthes, amers, liqueurs.

J. P.

Principes de l'analyse chimique, par Victor Auger, Maître de Conférences de Chimie analytique à la Sorbonne. — Un vol. de 224 pages (17 × 11). Collection Armand Colin (Section de Chimie). — Paris, Colin, 1921.

Ce n'est pas un nouveau manuel de chimie analytique ; le but de l'ouvrage nous est indiqué par l'auteur dans son Introduction : « Notre effort a porté sur le développement de la valeur éducative, reconnue à l'analyse chimique, et qui en fait l'apprentissage obligatoire pour tous ceux qui se destinent aux recherches chimiques, scientifiques ou industrielles ». Et ceci est très vrai, au moins en théorie, car dans la pratique, hélas, trop souvent les manuels de chimie analytique ne sont qu'une suite de procédés opératoires souvent basés encore sur des théories périmées depuis longtemps. Nous ne pouvons donc que féliciter M. Auger d'avoir fait

paraître ce volume où se trouvent exposées les bases scientifiques de la chimie analytique. Et ce n'est pas chose si simple. Les principes scientifiques, en effet, sur lesquels se base la chimie analytique se rapportent aux disciplines les plus variées. Sans doute, ce qu'il y a de tout à fait fondamental, c'est le mécanisme même des réactions; aussi l'auteur insiste-t-il, avec raison, sur la théorie des ions, la loi des masses et l'équilibre entre les corps en présence qui sont la base de toutes les réactions des solutions aqueuses; il développe également les notions nécessaires sur l'hydrolyse et ses applications, il attire l'attention sur les complexes et les composés amphotères, ainsi que sur cette grande classe de corps dont l'importance, même en chimie analytique, se manifeste de plus en plus, les colloïdes. Et comme l'électrolyse et la spectroscopie sont de plus en plus mises à contribution en analyse, ces deux phénomènes sont à leur tour étudiés avec quelques détails. Quelques indications de technique générale sur certains points plus importants ont été ajoutées ; l'importance relative donnée à ces différents points ne correspond pas toujours à l'étendue de leurs applications actuelles, mais, dit l'auteur, « nous avons envisagé l'avenir et nous avons tenu à signaler aux débutants certaines méthodes qui, bien que peu pratiques ou peu pratiquées actuellement, semblent susceptibles de se développer à l'avenir pour répondre à des besoins nouveaux ».

A la fin de son traité, l'auteur insiste avec raison sur le calcul des erreurs et l'approximation des résultats, et il montre fort bien, combien il est chimérique de vouloir donner avec une précision trop grande les résultats d'une pesée, de la lecture d'un volume. Ce qui évidemment ne doit pas empêcher l'analyste de faire ses pesées et ses lectures aussi exactement que possible, ni jeter le discrédit sur certains résultats ultra-précis donnés par les maîtres de la science. Regrettons seulement que l'auteur condamne parfois certaines méthodes, comme par exemple l'emploi des flotteurs en titrimétrie, la pulvérisation dans la flamme de la substance dissoute en spectroscopie, sans trop indiquer les motifs de cette condamnation.

Jos. Pauwels, S. J.

XIII. — HYDROLOGIE ET HYDROSCOPIE, par P. LANDESQUE, Conducteur des Ponts et Chaussées. — Un vol. de XV-225 pages (16 × 25), avec 85 fig. et 1 planche. — Paris, Dunod, 1920.

Pour tous ceux qui s'intéressent à la recherche et au captage des eaux souterraines, le livre de M. Landesque présente un réel intérêt. L'auteur, conducteur des Ponts et Chaussées, attaché à la Direction des Travaux Publics en Tunisie, était à même non seulement de nous donner les notions générales et techniques sur l'origine des cours d'eau et des sources, leur exploitation, l'amélioration de la circulation et de la qualité des eaux, mais encore, ce qui sera plus apprécié du lecteur, de nous faire profiter d'enseignements pratiques, fruits de son expérience personnelle et des travaux du corps remarquable dont il fait partie. Son livre est écrit d'un style concret, alerte, à la portée de tous, agréablement présenté et illustré de croquis. Le prix élevé (30 frs) arrêtera plusieurs : il serait à souhaiter qu'une édition ultérieure le rendît accessible aux bourses modestes.

La partie la plus originale de l'ouvrage est, sans contredit, celle où M. Landesque nous initie à ses recherches de courants souterrains par la baguette et le pendule. La simplicité de la narration, l'objectivité des descriptions, l'appui reçu de chefs hiérarchiques sortis des Grandes Écoles, tout concourt à garantir la parfaite sincérité de l'auteur ; les insuccès mêmes sont rapportés et commentés. M. Landesque tenant entre deux doigts un fil à plomb d'architecte, a réussi fréquemment à indiquer l'emplacement d'une veine liquide, sa profondeur au-dessous du niveau du sol, son débit approximatif. Le contrôle a suivi, car l'exploration ayant un but plus pratique que spéculatif, les forages étaient entrepris aussitôt. On imaginerait difficilement un ensemble de circonstances plus favorables à l'étude du problème des sourciers. D'où la particulière valeur du témoignage.

Notons aussi la modestie des conclusions : ce n'est pas leur moindre mérite. Certes, M. Landesque croit à l'efficacité des procédés qu'il emploie. Mais il reconnaît, comme

tous les sourciers consciencieux, que la grande difficulté consiste à interpréter correctement les indications données par le pendule ou la baguette. Tant de causes physiques ou psychiques peuvent contribuer à produire ces mouvements délicats ! C'est pourquoi le sourcier ne devra négliger aucun renseignement, tiré de la topographie, de la géologie, de la végétation au point choisi ; ses affirmations devront être prudentes, et autant que possible corroborées par un ensemble de remarques faites au cours d'une prospection méthodique.

M. Landesque estime que les mouvements des instruments sont dus à l'action sur le corps humain de radiations — dont la nature reste inconnue — provenant des eaux ou des métaux. Il a constaté que son pendule oscille, que sa baguette tourne, lorsqu'on expérimente au-dessus du corps d'une personne étendue à terre. Le corps humain aurait donc une action propre dans le phénomène, aussi bien que l'eau et les métaux. Des extraits de publications diverses, et une bibliographie, sommaire mais précieuse, complètent l'ouvrage.

C. P.

Les Baguettes des sourciers et les forces de la nature, par Henri Mager. — Un vol. de XI-423 pages (14 × 21), avec 197 fig. — Paris, Dunod, 1920.

M. Mager étudie depuis quarante ans les phénomènes du mouvement de la Baguette fourchue. Il entrevit, il y a dix ans, les grandes lignes d'une technique opératoire nouvelle, et nous rapporte aujourd'hui les résultats de ses minutieuses et patientes recherches au laboratoire, dans un domaine à peu près inexploré jusqu'ici. Les expériences sont décrites, les conditions favorables détaillées, ainsi que les efforts de contrôle et les procédés spéciaux. L'auteur estime que son temps ne fut pas mal employé. Si les faits pouvaient être soumis à une vérification cruciale, ils constitueraient un progrès considérable dans l'étude de la matière et des forces qu'elle recèle.

Les travaux de M. Mager le conduisent en effet à affirmer que tous les corps de la nature, minéraux, végétaux, ani-

maux, s'entourent de champs de forces jusqu'ici inconnus des physiciens. Les limites de ces champs peuvent être déterminées, l'intensité mesurée aux différents points. Il est particulièrement intéressant de noter qu'à l'intérieur de ces champs les lignes de forces paraissent plus nettement concentrées dans certaines directions ; elles se resserrent en un espace étroit, assimilable, dans une première approximation, à un fragment de plan vertical. Or ces groupements de lignes de forces sont spécifiques des corps dont ils émanent. L'auteur réussit à classer à peu près tous les corps connus, d'après le nombre, l'orientation, l'allure fixe ou mobile de ces plans qu'il nomme azimutaux. Sans doute, M. Mager, qui fut explorateur colonial, a dû être frappé des applications immédiates d'une pareille étude pour l'identification rapide d'un minéral simple ou composé, et pour la prospection.

Par ailleurs, si ses affirmations sont grosses de conséquences, il ne s'est pas caché les objections et les difficultés. Loyalement il les expose dans des notes critiques placées en tête des principaux chapitres de la seconde partie de son livre.

Mais l'unique instrument d'expérimentation reste encore la baguette fourchue. M. Mager emploie plus fréquemment deux tiges droites et simples de baleine, jonctionnées à une extrémité, formées d'un corps moins susceptible de troubler, par sa propre influence, le résultat de la recherche.

L'auteur consacre plusieurs chapitres à établir que « la » baguette fourchue est une pointe et possède le pouvoir » des pointes ; elle décharge les champs de force des corps » minéraux, qu'elle aborde dans de certaines conditions ; » elle les décharge sous l'obligation d'être, comme les corps » eux-mêmes, reliée au sol ; en ce qui la concerne, la ba- » guette doit être reliée au sol par deux conducteurs, que » ce soient les membres du corps d'un homme ou tous au- » tres conducteurs appropriés ».

A vrai dire, cette dernière affirmation ne nous paraît pas démontrée. M. Mager étudie bien en ce moment un appareil dans lequel la baguette serait reliée au sol par deux conducteurs indépendants du corps humain : il ne semble pas avoir réussi encore à le constituer. Y réussira-t-il ? Il est de

prime abord un peu surprenant que, dans les théories de l'auteur, le corps humain joue seulement le rôle d'un conducteur neutre. Ce corps ne devrait-il pas aussi manifester une action propre, par suite des éléments physico-chimiques qui le constituent, et par les réactions physiologiques que peuvent provoquer les forces inconnues sur un système nerveux hautement développé ? De telles réactions ne pourraient-elles se manifester par le déplacement de ce ressort léger en équilibre instable qu'est la baguette ? Rien de semblable n'apparaît dans le livre le plus récent de M. Mager. Cependant, en 1914, dans *Les Sourciers et leurs procédés*, il constatait que les propriétés des baguettes de diverses substances varient d'un opérateur à un autre, et ceci est notoire.

L'auteur était trop averti pour négliger de signaler l'importance des facteurs psychiques, que l'on ne peut toujours empêcher de troubler les recherches, à l'insu même de l'opérateur. Des résultats qui s'harmonisent si bien avec l'état actuel des connaissances scientifiques du baguettisant laissent toujours planer le soupçon de l'auto-suggestion, au moins partielle.

M. Mager n'est pas tendre pour les théologiens qui, en 1701, ont fait mettre à l'Index la *Physique occulte* de l'Abbé de Vallemont. Il ignore peut-être qu'une semblable condamnation n'atteint pas nécessairement toutes les propositions défendues par l'écrivain. De l'étude même de cette vieille controverse, complétée par les décisions des moralistes catholiques postérieurs, il ressort que l'abbé de Vallemont n'eût pas été inscrit au catalogue de l'Index s'il se fût borné à approuver l'emploi de la baguette pour la recherche des métaux ou de l'eau. Presque tous les théologiens modernes, depuis Gury jusqu'au tout récent Arregui, reconnaissent cet usage comme exempt de superstition.

Vallemont, trompé par le trop fameux charlatan Jacques Aymar, a prétendu que l'on pouvait, à l'aide de la baguette, retrouver les auteurs d'un vol ou d'un assassinat. Le Saint-Office ne devait pas tolérer pareilles rêveries, aux conséquences pratiques redoutables.

M. Mager s'est proposé surtout « de provoquer de nouvelles études ». Espérons que son livre y contribuera.

CH. POISSON.

XIV. — Notions de Géographie générale, à l'usage de l'enseignement moyen de degré supérieur, par Paul Dalle, Docteur en Sciences, Professeur de Géographie. Deuxième édition. — Un vol. in-8° de 326 pages. — Liége, H. Dessain, 1922.

L'enseignement de la Géographie a subi au cours des trente dernières années une profonde transformation. Dû à l'impulsion de savants étrangers, notamment de savants autrichiens, ce mouvement de rénovation s'est propagé en notre pays : les derniers labeurs d'un savant et modeste géographe belge, bien connu de nos lecteurs, le regretté Fr. Alexis-Marie Gochet, y contribuèrent notablement. Plusieurs ont cependant reproché à ce vieux maître de s'avancer avec trop de circonspection dans la voie nouvelle ; mais, si eux-mêmes montrèrent grande ardeur à aller de l'avant, ils payèrent leur hâte excessive en échouant dès les premiers écueils. Plus sage qu'eux et plus heureux, le confrère et successeur du Fr. Alexis — le Fr. Maubert-Justin (Paul Dalle, Docteur en Sciences) — s'inspira de l'esprit de celui dont il continue l'œuvre : élargissant cette œuvre, mais sans la surcharger — l'expression est du Professeur F. Kaisin, — il réussit dès l'année 1913 à publier, pour la première fois en Belgique, un exposé de la Géographie générale au courant des connaissances et des idées actuelles.

L'esprit nouveau, dans l'enseignement de la Géographie, consiste à faire de cette science une « science d'observation », à la façon des Sciences naturelles. Comme le naturaliste observe les faits du monde physique, ainsi le géographe a pour objet de son étude l'observation des faits de la Géographie physique, des faits de la Géographie botanique ou zoologique, des faits de la Géographie humaine, des faits de la Géographie économique et même de la Géographie politique. Ces faits, si denses et si enchevêtrés, si variés et si vivants, il les sépare et les analyse, il les coordonne et les classe ; il en détermine par une sage et scientifique induction les lois et les causes ; il constate et explique les liens qui font dépendre les uns des autres les faits géographiques : par exemple, les liens entre le milieu physique et tel mode d'activité, soit biologique soit économique, de l'être humain qui peuple ce

milieu. Tout cela demande des connaissances étendues et sûres des diverses Sciences naturelles. Du reste, c'est aux Sciences naturelles que le géographe empruntera les règles et les méthodes qui dirigeront ses observations et ses études, afin de procéder avec ordre et rigueur et d'aboutir à ses résultats où règnent la clarté, la précision et la certitude.

La *Géographie générale* a pour objet l'exposition raisonnée du programme d'étude que nous venons d'indiquer et des principes qui régissent cette étude. De son côté, la *Géographie spéciale* a pour objet l'application de ce programme et de ces principes à l'étude et à l'analyse des divers pays du globe ou des diverses régions d'un même pays. Un cours de Géographie générale est à sa place dans l'enseignement moyen du degré supérieur et prépare à une excellente revision des diverses parties de la Géographie spéciale. Sous un maître habile, la Géographie est, à tous les degrés de l'enseignement, d'une étude à la fois attrayante et éminemment éducatrice, aux mêmes titres que les Sciences naturelles. Outre l'acquisition de connaissances les unes nécessaires, les autres infiniment précieuses, cette étude bien dirigée donne à l'élève un jugement plus sûr, des vues plus larges, un esprit plus ouvert. Mais à cet effet il importe que le maître soit sur ses gardes pour éviter deux fautes dangereuses, fort bien signalées par le Professeur F. Kaisin dans la Préface qu'il a écrite pour la première édition de l'ouvrage de M. Paul Dalle et qui est reproduite en cette édition nouvelle. Une première et fâcheuse faute serait que le maître, en voulant donner à ses leçons la forme scientifique qui leur convient, confondît l'accessoire avec le principal, et transformât ces leçons en un emmagasinement de toutes les sciences, en une pédantesque et funeste « encyclopédie au petit pied » ; les rameaux parasites ne doivent pas étouffer la branche principale, ni les racines adventices supplanter la racine maîtresse. Le second écueil, opposé au premier, comme Scylla était opposé à Charybde, est celui où se heurterait le professeur de Géographie qui se contenterait en ses leçons de notions scientifiques imprécises, vagues, confuses : l'esprit de l'élève deviendrait un esprit ami du superficiel et, qui pis est, un esprit faux, en attendant qu'il devînt, s'il réfléchit un jour, un esprit sceptique en matière de sciences. Le maître,

qui prendra comme guide les *Notions de Géographie générale* de M. Paul Dalle, évitera aisément ces deux écueils. On peut louer chez cet auteur des connaissances scientifiques très étendues et très averties, et des principes pédagogiques excellents ; on remarquera, en tout ce manuel, la pondération et l'équilibre, qualités maîtresses d'un bon enseignement. Fréquemment les questions étudiées ne sont qu'effleurées, le temps restreint accordé par les horaires habituels à la Géographie générale exigeant cette concision, mais pour chaque question les idées directrices sont toujours nettement indiquées. Les jeunes gens de nos écoles moyennes et de nos collèges, et même en général le public — car à tout âge il est bon et utile de redevenir « étudiant », — trouveront grand attrait en cet ouvrage, où la Géographie se montre une science si riche, si vivante, si féconde, véritablement une « science encyclopédique », comme l'appelait le Fr. Alexis, « qui relève de toutes les sciences physiques et naturelles et leur prête son concours, et qui offre ses services à l'histoire, au commerce, à l'industrie, aux sciences sociales et économiques » (1).

Cette seconde édition diffère de la première par diverses améliorations, outre l'accroissement du nombre des pages. Les vignettes, excellentes photogravures, qui font honneur aux presses de l'éditeur, comme au goût et à la science de l'auteur, constituent autant d'*illustrations* du texte, dans tous les sens de ce mot : elles sont un régal pour les yeux et l'imagination, et surtout elles interprètent excellemment le texte. L'adoption d'un grand et d'un petit texte, tous deux d'une lecture agréable à l'œil, différencie nettement les notions essentielles et les notions secondaires. En Cartographie, la délicate question de la définition de l'échelle est devenue plus claire. En Géographie économique, la question des Combustibles, notamment celle du pétrole, et le chapitre de l'Outillage économique d'un pays ont reçu des retouches plus ou moins complètes.

L.

(1) J. Thirion, *Le Fr. Alexis*, notice publiée dans la REV. DES QUEST. SCIENTIF., janvier 1911,

LE BILAN GÉOGRAPHIQUE, fondé par le FR. ALEXIS M. G., et continué par PAUL DALLE, Docteur en Sciences, Professeur de Géographie. *1921.* 39me année. — Un vol. in-8° de 80 pages. — Liége, H. Dessain, 1922.

Fondé il y a quarante-deux ans par le Fr. Alexis, ce Bilan continue, sous la plume de M. Paul Dalle, d'être accueilli du public avec une faveur croissante. Œuvre annuelle, il n'a connu aucune interruption, sauf sous l'occupation teutonne de notre pays, et encore, dès le lendemain de notre délivrance, il renaissait en un volume d'un nombre de pages quadruple du nombre accoutumé : c'était le *Bilan géographique de 1914-1919*, et nous avons loué ici-même cette résurrection (livraison de juillet 1920, pp. 264-265). Réalisant à la lettre un souhait que nous nous permettions d'émettre, l'auteur a donné à ce Bilan de l'an 1921 une étendue quadruple de celle de chacun des Bilans des temps d'avant-guerre. Les jeunes gens des écoles et des collèges ne s'en plaindront point, d'autant moins que le précieux volume reste très accessible aux ressources pécuniaires, souvent restreintes, de la gent estudiantine ; et le grand public s'intéressera autant qu'eux à ces 80 pages d'un texte très serré, où se succèdent les faits géographiques, les idées, les brefs et suggestifs commentaires, et où se déroule le très vivant tableau de l'incessant renouvellement de la face du globe. L'auteur a bien fait de ne point écarter de son programme l'exposé de certaines questions, dont l'étude met incidemment du jour sur certains côtés de la politique générale. Napoléon ne disait-il pas que toute question politique est mêlée d'une question géographique ?

Permettons-nous une minime critique : Pourquoi inscrire sur ce Bilan *39e année* au lieu de *42e année* ? les années 1914-1919 ont été effectivement analysées dans le 39e bilan.

L.

XV. — LES GISEMENTS DE PÉTROLE, par JEAN CHAUTARD. — Un vol. de III-330 pages. — Paris, Doin, 1921.

Cet ouvrage fait partie de l'Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Dr Toulouse, encyclopédie qui s'adresse, comme elle l'annonce elle-même, au public le

plus large. Parmi les 40 sections ou bibliothèques qu'elle comprend, c'est à celle de géologie et de minéralogie appliquées, dont M. L. Cayeux, professeur au Collège de France est le directeur, qu'appartient le volume publié par M. Chautard. L'auteur ne le présente pas comme une encyclopédie du pétrole, ni ne prétend résoudre les problèmes de l'origine et de la mise en gisements de ce combustible. Après avoir indiqué sommairement ce qu'est le fameux liquide et comment il a pu se former, il explique la nature des gisements, leur répartition géographique, les procédés d'exploitation. Sur les 290 pages de texte, 120 sont consacrées à la description des régions pétrolifères. L'ouvrage, qui n'est pas un traité destiné aux spécialistes, s'adresse à ceux qui désirent une vue d'ensemble; mais le problème du pétrole est devenu tellement complexe par le fait qu'il englobe des questions de géologie, de chimie, de géographie, d'économie et de politique qu'une synthèse n'offre que des notions sommaires. Elles pourront néanmoins faciliter à plusieurs la lecture des monographies et des ouvrages spéciaux.

J. C.

XVI. — Plant Genetics, by John C. Coulter, Head of the Department of Botany in the University of Chicago, and Merle C. Coulter, Instructor in Plant Genetics in the University of Chicago. — Un vol. de x-214 pp. (20 × 14). — Chicago (Illinois), The University of Chicago Press, 1918.

MM. John et Merle Coulter destinent leur manuel à un public assez limité : des étudiants en sciences naturelles qui se préparent à faire de la Botanique leur étude principale. Ces lecteurs, sans être spécialistes, ont cependant déjà une connaissance suffisante des principaux phénomènes de la biologie générale pour que les auteurs soient dispensés de s'attarder aux questions préliminaires. Par ailleurs le titre seul dispensait de toute digression dans le domaine de l'hérédité dans le Règne animal. Grâce à ces restrictions, le manuel mis entre les mains des étudiants de l'Université de Chicago contient, malgré sa concision, un excellent résumé de l'état actuel de la Génétique.

MM. Coulter ne s'écartent guère de l'exposé objectif des

résultats expérimentaux. Ils semblent en effet plus désireux d'initier leurs élèves aux méthodes de travail vraiment scientifique que de leur faire admettre de confiance une théorie ou une hypothèse. Par exemple, le chapitre concernant les « porteurs des caractères héréditaires » expose loyalement les arguments pour et contre la théorie chromosomienne sans que les auteurs se départissent d'un éclectisme conciliant. Sur un point seulement, ils nous semblent être sortis trop tôt d'une prudente réserve. Ils admettent l'hypothèse du « crossing-over » que Morgan a proposée. Cette adhésion ne concorde guère avec le scepticisme affiché ailleurs sur le monopole héréditaire des chromosomes et, par contre, l'absence de toute base cytologique sérieuse aurait dû pousser en l'occurrence à plus de circonspection.

R. Devisé, S. J.

L'Hérédité, par Étienne Rabaud, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. — Un vol. in-16 (17 × 11) de 190 pages. — Paris, Armand Colin, 1921.

M. Rabaud aborde à peu près le même sujet que les auteurs américains, mais il prend indifféremment ses exemples dans les deux Règnes. Son point de vue est plus général et sa méthode est toute différente. Choisissant dans la forêt touffue des faits un certain nombre d'exemples typiques, il les ordonne avec art et les fait converger vers cette conclusion néo-lamarckienne : que l'hérédité comme tout phénomène vital est un produit résultant de la multiplication des deux facteurs : *Organisme* et *Milieu*, chacun des deux facteurs étant à un degré égal cause du résultat total.

M. Rabaud argumente avec pénétration contre toutes les interprétations finalistes ou organicistes de la vie ; on suit toujours avec intérêt sa critique déliée. Mais il semble qu'il y ait chez lui quelque préjugé à refuser accès à la discontinuité dans l'hérédité. C'est là une conclusion d'ordre purement expérimental à laquelle toute théorie semble devoir faire accueil si elle veut rester objective.

Malgré cette légère divergence de vues, nous pouvons bien sincèrement former le vœu que tous les volumes de la nouvelle « Collection Armand Colin » réalisent aussi bien que celui-ci sa devise *Vulgariser sans abaisser*.

R. Devisé, S. J.

XVII. — LE MONDE SOCIAL DES FOURMIS DU GLOBE COMPARÉ A CELUI DE L'HOMME, par A. FOREL, Dr med., Dr jur. h. c., Dr phil. h. c., anc. Prof. de l'Université de Zurich, lauréat de l'Académie française des sciences. Tome 1er: *Genèse, formes, anatomie, classification, géographie, fossiles.* — Un vol. in-8o de XIV-192 pages, avec 2 planches en couleur, 1 en noir, et 30 figures dans le texte. — Genève, Kundig, 1921.

Le Dr Forel est, comme on le sait, un des grands noms de la science myrmécologique actuelle. Lui aussi a derrière lui une œuvre scientifique considérable ; à soixante et douze ans révolus il avait quelque droit à se reposer ; il n'a pourtant pas hésité à entreprendre la publication d'un nouvel ouvrage, dont l'achèvement complet exigera cinq volumes.

Le seul qui ait déjà paru nous permet de nous rendre compte, dès à présent, de la forme que l'auteur a voulu donner à ses idées.

Le *Monde Social des Fourmis* n'est pas un manuel réservé aux seuls spécialistes, c'est une œuvre qui doit mettre à la portée de tous les curieux de la nature, et en général de tous les penseurs, les merveilleux secrets que, peu à peu, les pionniers de la myrmécologie ont réussi à arracher à la fourmilière.

Dans ce premier volume les esprits grincheux trouveraient peut-être çà et là, matière à retouches ; mais le grand public d'après-guerre ne s'offusquera pas trop, espérons-le, d'y voir l'espèce humaine jugée socialement et moralement inférieure à une fourmi camponote dégorgeant de la miellée à sa compagne.

L'œuvre est d'un vrai naturaliste ; elle est vivante et captivante, tout imprégnée qu'elle est des innombrables souvenirs d'un maître, ayant énormément vu et regardé.

On ne peut que souhaiter voir bientôt le beau livre du Dr Forel très largement répandu non seulement chez les naturalistes, mais encore dans les bibliothèques de culture générale.

F. CARPENTIER.

Die Gastpflege der Ameisen, ihre biologischen und philosophischen Probleme, von E. Wasmann, S. J. (Abhandlungen zur theoretischen Biologie herausgegeben von Dr J. Schaxel, Professor an der Universität Iena, Heft, 4). — Un vol. de xvii-176 pages, 1 fig. dans le texte et 2 planches. — Berlin, Borntraeger, 1920.

Voici la 234me étude que, depuis plus de trente ans, le R. P. Wasmann consacre aux relations amicales (symphilie) des Fourmis et des Termites avec leurs hôtes.

Ici le savant spécialiste envisage exclusivement la symphilie, très caractérisée, unissant les Fourmis à certains petits Coléoptères Straphylinides, les Loméchusines. On sait que les Fourmis élèvent ces bestioles dont elles aiment à lécher une exsudation apparaissant entre les poils jaunes de l'abdomen.

L'auteur insiste sur la spécificité de cette symphilie. Chaque espèce de Loméchusines est associée à une ou deux espèces bien déterminées de Fourmis, celles-ci la recevant universellement en leurs colonies, tandis qu'une autre espèce de fourmis la traiterait en ennemie. Il faut remarquer toutefois qu'il arrive aux fourmis d'adopter un hôte d'espèce insolite : nous voyons donc que l'instinct spécifique est susceptible de subir certaines variations d'origine individuelle.

Là-dessus le R. P. Wasmann se demande comment les fourmis ont pu acquérir l'instinct d'élever les larves des Loméchusines : serait-ce la gourmandise qui les y aurait poussées ? non, puisque, *en dépit* de leur gourmandise, les logeuses respectent et élèvent avec leurs propres larves, celles des Loméchusines ; et souvent elles ne profiteront pas de l'élevage qu'elles ont réalisé : normalement les espèces des genres *Atameles* et *Xenodusa*, après avoir passé leur vie larvaire à la charge d'une espèce de fourmis, vont, à l'état adulte, se faire lécher chez une autre.

D'ailleurs la gourmandise de la fourmi se montre subordonnée à l'instinct de conservation de l'espèce : nous avons dit qu'elles respectent leurs larves. Or il se fait, que les Loméchusines qu'elles élèvent, montrent parfois de telles exigences, que leur présence est une cause de dégénérescence pour les habitantes du nid. La gourmandise n'est

donc pas la raison pour laquelle les fourmis se sont appliquées à élever les Loméchusines, au lieu de les dévorer.

Cela étant, l'auteur admet qu'à l'origine, en léchant les Loméchusines qu'elles rencontraient en liberté, les fourmis ont introduit en leur économie des enzymes capables d'agir sur leur système nerveux ; ainsi leur hostilité à l'égard des Loméchusines, a pu s'atténuer et se muer même en sympathie.

Mais comment la nouvelle tendance devint-elle héréditaire ? Les éleveuses en titre ne sont-elles pas les fourmis ouvrières qui sont stériles ? Elles ne le sont pas toujours, répond l'auteur : on sait les ouvrières capables d'engendrer parthénogénétiquement des mâles, lesquels pourront s'accoupler ; d'autre part, il arrive également que de jeunes femelles s'occupent d'élevage.

La conclusion de ce qui précède est que la symphilie s'est introduite dans la colonie et s'y est développée, en dehors de toute intervention de la sélection naturelle ; car l'instinct en question est réellement nuisible à l'espèce qui l'a acquis et cependant, en se développant, il n'a pas entraîné son suicide. Réellement, c'est un équilibre qui s'est établi dans la fourmilière. Nous y trouvons trois ordres bien différents d'intérêts ménagés en même temps : l'intérêt de la fourmi en tant qu'individu, celui de son espèce, enfin l'intérêt de l'hôte.

Dans la persistance d'un tel équilibre, le R. P. Wasmann voit l'évidente manifestation d'une intelligence qui ne peut être qu'extrinsèque à ce monde des créatures dont elle est la suprême ordinatrice.

F. Carpentier.

Blue-green caterpillars : The origin and ecology of a mutation in hemolymph color in Colias (Eurymus) philodice, by J. H. Gerould. — (The journ. of exper. Zool., vol. 34, n° 3, pp. 385-415, 1 textfig. and 1 col pl.), 1921.

Petit mémoire aussi remarquable par le fond, que par la forme sous laquelle il est présenté.

Depuis quelque temps déjà, l'auteur élevait par grandes quantités, un papillon intéressant parce que, chez la femelle,

la couleur fondamentale des ailes varie du blanc au jaune : *Colias philodice* ; en août 1920 il vit avec surprise que certaines de ses chenilles offraient une coloration insolite. Elles étaient d'un vert-bleuâtre évident, alors que les chenilles ordinaires sont vert-jaunâtre ; cette teinte est celle de leur sang ou hémolymphe, visible à travers la peau et contenant deux pigments, l'un jaune, la xanthophylle, l'autre d'un vert-bleuâtre, la chlorophylle *a*. Il était donc clair, que le bleuissement des chenilles correspondait à une décoloration, pour une cause quelconque, de la xanthophylle de leur sang.

Comme on le pense, l'auteur suivit avec soin l'évolution des chenilles en question. Il apprit ainsi que le bleuissement, qui se révèle peu avant la seconde mue, s'impose aussi à la chrysalide, que le sang du papillon est également influencé. Seulement chez ce dernier ce n'est qu'au niveau de l'œil, seul point du corps où le sang soit visible par transparence, que se manifeste le phénomène. Lorsque le papillon a pondu, on constate que ses œufs ne sont pas, comme d'habitude, de couleur crème, mais blanc d'albâtre. Chose plus curieuse encore, la décoloration de la xanthophylle atteint non seulement la Piéride sous tous ses états, mais encore un parasite qui l'infecte : lorsqu'une larve d'*Apanteles* (Braconide) s'est nourrie aux dépens d'une chenille bleuâtre, la soie qu'elle file, n'est pas jaune, mais blanche.

L'auteur ne s'arrêta pas à ces constatations. Il reconstitua la généalogie des chenilles vert-bleuâtre, essaya des accouplements entre les papillons qui en sortirent et d'autres. Critiquant ses résultats, il vit qu'il se trouvait en présence d'un très beau cas de mutation par réapparition brusque, dans les lignées, d'un caractère récessif, conformément aux règles de Mendel.

La teinte vert-bleuâtre se comporte comme caractère récessif, la teinte vert-jaunâtre comme caractère dominant ; ensemble elles constituent un couple de caractères allélomorphes semblant, en tous cas, indépendants des variations que subit la couleur des ailes de l'adulte.

Les pigments qui donnent les deux teintes, dérivent à peu près directement, semble-t-il, de la chlorophylle de la plante nourricière. On ne peut les considérer comme hérités.

Mais la décoloration brusque du pigment jaune, chez certaines chenilles absolument normales, de l'un et de l'autre sexe, est due à un gène, une enzyme héréditaire.

Il n'est pas étonnant que les chenilles vert-bleuâtre aient été supplantées : elles ne pouvaient manquer d'être éliminées par sélection naturelle, étant beaucoup plus apparentes que les autres et beaucoup plus exposées à la destruction par les oiseaux. A cet égard, Gerould relate d'ailleurs des expériences assez concluantes.

F. Carpentier.

XVIII. — Traité d'Embryologie des Vertébrés, par A. Brachet. — Un vol. de 602 pages, avec 567 figures originales. — Paris, Masson, 1921.

« L'embryologie a pour objet l'étude du développement ontogénique des êtres vivants : elle les suit dans les innombrables transformations qu'ils subissent depuis le germe initial jusqu'à l'état adulte. »

Il existe peu d'ouvrages récents permettant une étude d'ensemble de l'embryologie. Il faut être reconnaissant au Prof. Brachet d'avoir condensé en un « traité de l'embryologie des vertébrés » et ses connaissances étendues et les recherches d'une longue carrière consacrée à cette science.

La *Première Partie* traite de l'*Embryologie générale.*

L'étude des cellules sexuelles et de la fécondation occupe le premier livre. Les problèmes de la sexualité, des propriétés des gamètes et des changements qu'y apporte la fécondation, « débordent le cadre de l'embryologie et forment l'un des chapitres principaux de la Biologie générale ». Les formuler, c'est « soumettre à l'analyse scientifique le grand fait de la pérennité de la vie, opposé à la mortalité de l'individu, c'est rechercher la cause de la différenciation des sexes, c'est tracer le programme d'une étude de l'hérédité, de ses sources, de son mécanisme ». Sans doute, la plus grande place dans ce livre est laissée à la description morphologique des phénomènes, mais on y étudie comment ces phénomènes interviennent comme « substratum » de l'hérédité générale et spéciale.

L'œuf qui possède, après la fécondation, « la totalité des potentialités évolutives », va se développer par une série de

transformations successives, mais qui réaliseront « un ordre déterminé, parce qu'un lien causal les enchaîne ».

Les premières de ces transformations, les premiers de ces *stades*, sont d'abord étudiés. Segmentation et formation de la blastula (livre II). — Gastrulation (livre III). Étudiés dans chaque famille, malgré la diversité des aspects observés, ils permettent d'affirmer que tous les embryons se constituent « sous l'influence des mêmes lois morphogénétiques, appliquées à des matériaux différents ».

Dans la gastrula sont mis en place les matériaux formateurs des organes axiaux de l'embryon. Leur différenciation est exposée dans les livres suivants. Dans le livre IV, on étudie la formation du système nerveux central, de la chorde dorsale et des somites mésoblastiques. Ces organes se développent différemment suivant les divers points considérés, et l'auteur est amené à distinguer : l'acromérite, ou tête antérieure, la tête proprement dite allant jusqu'à l'extrémité postérieure de la crête ganglionnaire du vague, le tronc qui s'étend de là jusqu'à la membrane cloacale, et enfin la queue. — Dès ce moment, apparaît la forme extérieure de l'embryon.

Dans le livre V, l'auteur étudie la segmentation du mésoblaste en somites primordiaux, la formation du mésenchyme, et met au point la théorie des feuillets. — Dès lors l'embryon de vertébré possède quatre feuillets : épiblaste, hypoblaste, mésoblaste, mésenchyme, dont chacun a une destinée propre.

Un chapitre important est consacré au développement de l'appareil vasculaire ; un autre au développement des annexes fœtales et du placenta.

La *Deuxième Partie* traite de l'*Embryologie spéciale.*

L'auteur considère la tête et le tronc comme des formations originairement autonomes, formant chacune leurs organes propres : mais ces organes ne sont pas simplement juxtaposés, ils s'interpénètrent secondairement.

La tête, c'est la région du cerveau, des grands organes des sens, des nerfs mixtes dorsaux, de l'appareil branchial.

Le tronc, essentiellement locomoteur, présente une musculature puissante : les fonctions de la nutrition, de l'excrétion et de la génération, y sont localisées.

Ces deux régions, dont les limites sont bien reconnaissables

dès les premiers stades, se développent selon des modalités toutes différentes. Ce développement est étudié pour chacun des grands appareils.

De nombreuses figures illustrent ce livre et facilitent la compréhension du texte. — Un index bibliographique, annexé à la fin de chaque chapitre, permet de se reporter aux travaux les plus récents. — L'ouvrage est parfaitement ordonné ; de larges vues d'ensemble relient les phénomènes observés et décrits, et la lecture de l'ouvrage est facile et agréable.

Ce traité rendra service à ceux qui veulent asseoir leurs connaissances biologiques sur une étude sérieuse de l'embryologie.

C. Lepoutre.

XIX. — The Inconscious. The fundamentals of human personality normal and abnormal. By Morton Prince, M. D., LL. D. — Un vol. in-8° de XII-549 pages. — New-York, Macmillan, 1916 ; 2e édit. 1921.

L'inconscient, ou le subconscient, sollicite vivement, aujourd'hui, l'attention des chercheurs. On pressent que là, dans les conditions sourdement efficaces de nos activités mentales superficielles, se cache la solution des énigmes les plus indéchiffrables, et à la fois les plus fondamentales, de la psychologie. A la série déjà longue des travaux (d'importance très inégale) qui effectuèrent pour ainsi dire le premier déblaiement d'un terrain fort encombré, essais d'abord presque exclusivement descriptifs, s'ajoutent, depuis peu d'années, des tentatives d'interprétation *biologique* et *dynamique* du rôle de l'inconscient.

Les médecins psychiâtres, ayant sous la main, dans leurs cliniques, des « vivisections psychologiques » toutes faites, ou peu s'en faut, restent naturellement les pionniers principaux de ces explorations hardies. Pour ne citer que deux noms, nul n'ignore les études de Pierre Janet sur les dissociations psychologiques et sur les fonctions de synthèse ; et nul non plus ne peut méconnaître aujourd'hui l'impulsion donnée à la pathologie mentale, même à la psychologie générale, par les vues, non moins pénétrantes qu'aventureuses, de S. Freud. Pierre Janet, qui fut un initiateur et demeure

un chef de file, représente, à ce jour, la tendance classique ; Freud fait figure d'un briseur de vitres, qui a fini par obtenir l'audience du public, sans d'ailleurs cesser d'être passionnément discuté.

Dans le livre qu'il intitule « The Inconscious », le Dr Morton Prince, si connu par son analyse des « multiples personnalités » de Miss Beauchamp (Cf. *La dissociation d'une personnalité.* Trad. franç. Paris, 1911), ramasse et justifie ses vues personnelles sur la subconscience. Elles sont beaucoup plus voisines des théories prudentes de Pierre Janet que des témérités d'avant-garde imputables à Freud et à ses élèves. La réalité des processus subconscients, sinon leur nature, doit actuellement, dit-il, passer pour scientifiquement établie. Mais sous l'étiquette générique de subconscience on entend deux classes distinctes de phénomènes : des phénomènes « inconscients », états et processus nerveux, revers physiologiques et résidus de la vie consciente ; ensuite, des phénomènes « co-conscients », c'est-à-dire des « idées » proprement dites, étrangères à la conscience normale et pouvant acquérir, en dehors de celle-ci, une organisation incontestablement psychique.

Les phénomènes subconscients, comme ceux de la vie consciente, s'associent en groupements plus ou moins autonomes. La « personnalité psychologique » de l'homme normal résulte de l'équilibre harmonieux entre les groupes de facteurs subconscients, physiologiques et psychiques, d'une part, et, d'autre part, les instincts héréditaires ou les « dispositions émotionnelles » acquises. Que cette coopération se relâche — la « dissociation psychologique » nous guette toujours — et, du conflit partiel, s'il est suffisamment vif et profond, naîtra la végétation malsaine des névroses, des psychoses, ou des phénomènes anormaux plus bénins. En s'efforçant de préciser cette étiologie des symptômes psychologiques aberrants, le Dr Prince repousse les exagérations de S. Freud (voir, p. ex., pp. 71, 196, 203, 221, 513...) : dans l'étiologie des névroses, il n'y a lieu d'attribuer un privilège exclusif ni à l'influence de la « première enfance », ni à la « libido », ni même aux instincts primitifs pris en bloc. La réalité est moins schématique : en principe, *tous* les facteurs dont la cohérence et l'harmonie constituent notre personnalité nor-

male, peuvent, « dissociés » et mis en conflit, provoquer dans la conscience des manifestations pathologiques. Nous n'insistons pas, car nous allons examiner immédiatement l'exposé d'ensemble le plus récent de la théorie « psychanalytique » de Freud.

J. MARÉCHAL, S. J.

INTRODUCTION A LA PSYCHANALYSE, par le Dr SIGM. FREUD, professeur à la Faculté de Médecine de Vienne. Traduit de l'allemand par le Dr JANKÉLÉVITCH. — Un vol. in-8°, de 484 pages. — Paris, Payot, 1922.

Il convient d'apprécier la Psychanalyse « sine ira et studio ». L'ignorer n'est plus possible. La combattre sans discernement ne serait ni équitable, ni opportun. Certes, pratiquée avec l'outrance qu'y mirent certains « freudistes », blâmés d'ailleurs par le « maître », elle soulève de graves objections, au double point de vue moral et thérapeutique : nous entendons encore les protestations indignées qu'émettaient devant nous, il y a peu d'années, tels et tels grands cliniciens, honnêtes et expérimentés. D'autre part, il faudrait manquer totalement de sens psychologique pour ne point apercevoir, sous les exagérations et les partis pris de Freud, des intuitions justes et des anticipations fécondes, bref une contribution un peu trouble, un peu « mythique », mais extrêmement importante, à l'étude de l'Inconscient humain. Ajoutons que la Psychanalyse, plus ou moins orthodoxement interprétée, se répand de plus en plus dans un bon nombre de pays. On appréciera donc la commodité que peut offrir, à des médecins et à des psychologues de langue française, une bonne traduction des Conférences relativement récentes (1915-1917), où le professeur viennois, prenant position devant les critiques qui ne lui furent pas ménagées, refait l'exposé d'ensemble de ses vues théoriques. Exposé touffu, avec des redites et des piétinements sur place ; allure inégale, inquiétante et agaçante pour des esprits trop logiques ; peu importe, d'ailleurs : ce livre, tel qu'il est (il ne convient pas, on le conçoit, à toutes catégories de lecteurs) s'impose à l'attention de ceux qui doivent étudier le mouvement psychanalytique et désirent le faire impartialement.

L'ouvrage entier se divise en trois parties, dont les deux

premières constituent une introduction psychologique à la troisième : I. *Les actes manqués* (lapsus, etc.), pp. 13-80. II. *Le rêve*, pp. 83-249. III. *Théorie générale des névroses*, pp. 253-484.

Peut-être conviendra-t-on, dans un avenir prochain, que le principal mérite de Freud fut d'avoir, par ses témérités mêmes, hâté le moment où la psychopathologie sortirait avec éclat de la phase purement descriptive et classificatrice. D'autres que lui ont combattu le même combat : il est juste de ne point oublier ces champions moins bruyants. Et qui donc aujourd'hui, même parmi ceux que n'a point touchés le freudisme, n'approuverait la méthode esquissée dans les lignes suivantes : « Nous ne voulons pas seulement décrire et classer les phénomènes ; nous voulons aussi les concevoir comme étant les indices d'un jeu de forces s'accomplissant dans l'âme, comme la manifestation de tendances ayant un but défini et travaillant soit dans la même direction, soit dans des directions opposées. Nous cherchons à nous former une *conception dynamique* des phénomènes psychiques » (p. 67) ?

Il apparaît, en effet, de plus en plus impossible d'expliquer la vie psychologique par un automatisme de hasard ou par une pure réciprocité psychophysique : chacune de nos réactions psychiques, depuis les plus humbles jusqu'à la pensée logique, s'opère sous l'influence d'orientations dynamiques préalables : instincts, besoins, tendances acquises, désirs, vouloirs, disons même « affects », puisque les états que nous appelons « émotions » ou « sentiments » s'apparentent étroitement aux facteurs dynamiques généraux de la vie consciente. Or ceux-ci ne se révèlent ni toujours, ni complètement, dans le plan de la « conscience claire » : sous le seuil de la conscience, ils subsistent, acquièrent des déterminations, contractent des alliances, s'organisent. Entre ces dispositions ou ces élaborations de l'inconscient, et les manifestations internes et externes de la vie consciente, existent des continuités, des dépendances réciproques, et aussi, dans une large mesure, des dissociations et des étanchéités. Comment éclaircir ce fouillis d'éléments enchevêtrés, dans lequel la « conscience claire » n'est plus qu'une mince zone superficielle, agitée et sillonnée pas des courants venus de la profondeur ?

Profondeur insondable, croirait-on, puisqu'elle s'étend, par delà l'individu, jusqu'aux origines de l'espèce, jusqu'au premier noyau du patrimoine sans cesse accru des instincts.

Un aussi formidable inconnu n'a point étonné la hardiesse de Freud. Observant les remous que doit nécessairement produire, à la surface visible de notre être psychologique, le conflit des organisations et des impératifs du Moi conscient, moral et social, avec les organisations et les exigences sourdes de l'inconscient héréditaire, Freud jette en avant, plus librement que ne le firent d'autres chercheurs, la conjecture exploratrice. D'une région mystérieuse presque inviolée, il dresse ainsi une première carte, largement hypothétique, simpliste mais parlante, semblable aux cartes de ces géographes anciens, qui esquissaient, dans le prolongement des terres connues, d'immenses espaces fabuleux, peuplés d'êtres de légende. Si l'on songe que la légende enveloppe du réel, on ne nous reprochera pas trop d'appliquer à Freud cette comparaison

Dans les conceptions de ce dernier, l'élément « fabuleux » c'est le rôle subconscient et quasi-mythique qu'il attribue à la *libido* (sexuelle), cet instinct biologique, opposé si tôt aux instincts de la conservation individuelle.

Que constate-t-on chez l'homme ? Déjà dans la « psychologie de la vie quotidienne », les « actes manqués » et les lapsus, ces aiguillages malencontreux du subconscient, ou même certains « oublis », font entrevoir l'influence latente des instincts et des désirs ; car ces erreurs de l'action trahissent toujours « une tendance refoulée » : « le refoulement d'une intention de dire quelque chose constitue la condition indispensable d'un lapsus » (p. 65).

L'analyse des rêves nous montre, là aussi, selon Freud, l'expression (et même la satisfaction imaginative), directe ou voilée, d'un désir. Expression naïve et directe dans les rêves « infantiles » ; mais, ailleurs, expression généralement dissimulée sous un « symbolisme » infiniment obscur. Ici la *libido* apparaît l'instigatrice principale. Freud reprend tous les thèmes développés jadis dans sa *Traumdeutung* ; mais il souligne fortement, pour esquiver certaines objections, la distinction nécessaire entre, d'une part, le *contenu apparent* du rêve, contenu emprunté aux résidus de l'état de

veille, aux désirs, aux intérêts, aux préoccupations du Moi actuel, et, d'autre part, le *facteur profond* qui préside à la formation du rêve et lui donne sa véritable signification. Ce facteur, c'est, en dernière analyse, la *libido*, refoulée et contenue, durant l'état de veille, par la « censure » du Moi.

Entre la *libido*, active dès la première enfance, et le Moi conscient, formé par les convenances morales et sociales, — entre la tendance « sensuelle » et la tendance « ascétique », comme Freud dit aussi (p. 451) — le conflit surgit à quelque degré en tout homme et peut y devenir une source de phénomènes anormaux. Cette opposition intime ne crée toutefois des « symptômes » pathologiques que pour une certaine proportion « quantitative » des forces hostiles : *libido* excessive, ou affaiblissement du Moi supérieur. Pour faire des névroses », il faut donc — le psychanalyste en convient — un « terrain constitutionnel » prédisposant, bien que la symptomatologie même de la névrose ne s'explique, dans sa naissance et dans sa forme, que par les particularités du conflit latent dans la subconscience.

On comprendra les multiples raisons qui nous interdisent d'entrer ici dans le détail de la « théorie psychanalytique des névroses ». Freud y enrichit encore son « musée des horreurs ». Deux chapitres surtout, les chapitres 26 et 27, complètent sa pensée et amorcent des développements ultérieurs de sa méthode. A tous égards, « they are very questionable ».

N. B. On remarquera que le psychologue viennois tient absolument à la signification sexuelle de la *libido*. Il s'oppose, en cela, à l'orientation (bien compréhensible) d'un grand nombre de ses disciples, qui, tout en reconnaissant l'importance psychologique et psychopathologique de l'instinct sexuel, jugent tout à fait excessif le pansexualisme de la théorie freudienne orthodoxe. Certains même, comme Jung, ne désignent plus par le mot *libido* que « l'énergie manifestée dans les divers instincts », ou même font de la *libido* un synonyme de l'« élan vital » bergsonien. A mesure qu'elle remonte par abstraction, vers l'énergie vitale indifférenciée, la *libido* perd ses aspects choquants ; mais, dans la même mesure, le freudianisme perd son originalité un peu malsaine et vraiment trop paradoxale. Le père de la Psychanalyse désavoue ces dilutions et ces abstractions : il reste fidèle à son *credo*

primitif ; tout au plus, par-ci par-là, en admet-il une atténuation secondaire, qui laisse intacts les principes.

J. Maréchal, S. J.

Instinct and the inconscious. A contribution to a biological theory of the psycho-neuroses. By W. H. R. Rivers, M. D., D. Sc., F. R. S. — Un vol. in-8° de VIII-252 pages. — Cambridge, University Press, 1920.

Le Dr Rivers, de Cambridge, était avantageusement connu, dès avant 1914, par ses travaux de physiologie et d'ethnologie. Son œuvre récente : *L'instinct et l'inconscient*, nous livre le fruit de ses observations médico-psychologiques sur les « névroses de guerre ». Au point de vue de l'étiologie spéciale et de la thérapeutique des névroses dites « traumatiques », la guerre récente fut véritablement une révélation, sinon de « faits nouveaux », du moins de l'importance, trop méconnue jusque là, de certains mécanismes.

Les idées de Freud flottaient dans l'air : il était inévitable qu'on en cherchât une infirmation ou une confirmation, et, le cas échéant, une application, dans le champ monstrueusement agrandi des troubles nerveux et mentaux. A beaucoup de médecins, à ceux mêmes qui auparavant rejetaient en bloc les doctrines freudiennes, il fut bientôt manifeste qu'elles contenaient des éléments précieux, à côté d'exagérations flagrantes ; celles-ci commandées presque toutes par la théorie, si intransigeante, de la *libido*.

M. Rivers se rallie ouvertement à la dynamique psychologique de Freud, sans toutefois suivre l'école psychanalytique jusqu'au bout ; car, s'il constate, dans les psychonévroses de guerre, le jeu simplifié des processus inconscients décrits par Freud, il constate, plus clairement encore, que l'instinct fondamental, en conflit avec les consignes du Moi supérieur, n'est pas ici l'instinct sexuel, mais un autre instinct primitif, celui « du danger » (cas spécial de l'instinct de conservation). Du freudisme sans la *libido* ? Parfaitement. Ne serait-ce point, d'ailleurs, le seul freudisme qui survivra ? non pas que, dans les névroses du temps de paix, alors que l'instinct du danger n'est que rarement éveillé, l'instinct sexuel ne joue un rôle proportionné à son importance relative ; mais

pourquoi voir partout et à tout prix des poussées obscures de la *libido*? D'autres tendances fortes, naturelles ou acquises, ne peuvent-elles pas s'enraciner dans l'inconscient et exercer de là leur dynamisme propre ?

Pour interpréter la symptomatologie des névroses de guerre, M. Rivers fut donc amené à devoir définir avec précision les principales notions perpétuellement employées par les « psychanalystes » : *inconscient*, *suppression* (refoulement), *répression* et *inhibition*, *instinct*, *dissociation*, « *complexe* », *substitution*, *régression*, *sublimation*, etc. Cette critique et cette mise au point — qui occupe la majeure partie du volume — est d'intérêt général pour les psychologues : nous nous plaisons à y louer la parfaite clarté de l'exposé et la fermeté des solutions. Il serait trop long de dire ici pourquoi telles et telles de ces solutions appellent néanmoins, selon nous, quelques réserves.

L'ambition de M. Rivers ne se borne pas à expliquer les psychonévroses de guerre par des facteurs psychologiques empruntés à la psychanalyse : il veut, comme l'indique le sous-titre de son livre, donner à cette explication la valeur d'une « théorie biologique » de l'inconscient et des instincts.

Les deux principaux raccords qu'il établit entre la psychopathologie des névroses et la biologie générale intéressent plus particulièrement la physiologie des sensations et la phylogénèse animale. Dans les expériences effectuées par lui-même et par Head sur la sensibilité tactile « protopathique », primitive et fortement affective, qui serait ensuite inhibée et utilisée partiellement par une sensibilité plus évoluée, plus froidement discriminatrice, « épicritique », en un mot, M. Rivers rencontrait déjà les propriétés caractéristiques du « refoulement » dans l'inconscient. De là, à travers les réactions émotives qui accompagnent le conflit et le réajustement de ces deux sensibilités, il n'y avait qu'un pas à faire pour rejoindre le domaine des instincts : car l'émotion, conformément aux idées de Mac Dougall, ne serait que l'envers d'un instinct. Le Dr Rivers analyse donc les formes les plus fondamentales de l'instinct chez l'animal : instincts de conservation (y compris « l'instinct du danger »), instincts de propagation (sexuel et parental), enfin l'instinct grégaire (se continuant, chez l'homme, par l'instinct social). Si l'on

applique à ces tendances psychophysiologiques, qui survivent en nous, les théories évolutionnistes, et en particulier la « loi ontophylogénétique », on se donnera la satisfaction de rattacher à de lointaines acquisitions ancestrales, datant des origines du passé animal, les facteurs principaux dont l'influence sourde accidente notre vie psychologique, normale et anormale ; et l'on comprendra même la signification biologique de ces phases de la vie infantile, vers lesquelles parfois, en rêve ou dans les névroses, nous ferions « régression », au dire des psychanalystes.

Cette partie du travail de M. Rivers paraîtra sans doute suggestive, plus hardie même, dans son détail, que les vues correspondantes de Freud, mais d'autre part subordonnée à la valeur du postulat évolutionniste intégral. C'est marquer à la fois l'intérêt et peut-être la fragilité de cette psychobiologie. On voudra bien nous croire quand nous disons que nous formulons ici cette réserve comme biologiste, conscient de la difficulté de définir actuellement une «phylogénie des instincts », et non pas précisément comme catholique. Car rien n'empêche un catholique d'admettre une certaine préparation du corps de l'homme à travers les séries animales, et par conséquent aussi de faire remonter très haut l'origine première de dispositifs psychiques qui sont commandés par des structures organiques. Mais tout ceci n'est encore que possibilité vague et conjecture, plutôt qu'hypothèse vraiment scientifique.

J. Maréchal, S. J.

L'évolution des facultés conscientes, par J. Varendonck, Docteur ès lettres, Docteur ès sciences pédologiques, ancien Chargé de cours à la Faculté de Pédologie de Bruxelles. — Un vol. in-8° de 204 pages. — Gand, Vanderpoorten, et Paris, Alcan, 1921.

M. Varendonck a publié déjà de bons travaux sur la *Psychologie du témoignage*, et il annonce une *Psychologie de la rêverie* (version française d'un ouvrage publié par lui en anglais). Dans le présent Essai, son ambition se hausse à tenter une synthèse génétique de la conscience. Ses idées directrices se rattachent à la psychologie dynamique. Il les emprunte, un peu à lui-même, un peu à W. James, beaucoup

à Ribot, assez bien à Freud et à l'école psychanalytique (surtout à Jones et à Rivers), enfin pas mal aussi à Bergson. Que n'a-t-il emprunté en outre à ce dernier, ne disons pas : la magie du style, mais la simple correction ; la langue de notre érudit compatriote n'est, hélas, qu'approximativement française, et trahit même, çà et là, une lointaine parenté avec l'idiome savoureux de Mlle Beulemans. Nous regrettons d'autant plus ce manque de tenue que le livre de M. Varendonck ne nous paraît pas dénué de qualités solides. Il y a beaucoup de bon dans cette esquisse des éléments dynamiques de la vie consciente (« Évolution des facultés conscientes », n'est-ce pas un titre un peu vaste?); les lacunes n'y manquent pas non plus, et si l'auteur, dans son souci d'être « original », s'imagine trop fréquemment poser le pied sur une terre vierge, il faut du moins lui rendre cette justice qu'il fait, alors, l'exploration à ses propres frais et risques : son carnet d'« observations personnelles » (dont il nous ouvre les pages, avec une confiance un peu indiscrète) suffirait à écarter tout soupçon de plagiat. Et puis, concluons par là : malgré les réserves qu'appelle, selon nous, une conception trop étroitement empiriste de la psychologie, que ne pardonnerait-on pas à un auteur qui sait mettre bien en évidence deux ou trois idées comme celles-ci : l'opposition et le concours de la « mémoire duplicative » (mémoire de pure répétition) et de la « mémoire synthétique » (élective) ; la compénétration du percept et du concept ; la discontinuité de la conscience animale ; le dynamisme foncier des processus conscients. D'aucuns seront particulièrement charmés de voir M. Varendonck résumer un de ses consciencieux chapitres par la formule de Pierre Janet : « Penser, c'est se retenir d'agir ». C'est cela, en effet ; encore nous serait-il permis de demander « si ce n'est que cela » ?

J. Maréchal, S. J.

Psychologie de l'hygiène, par le Dr Chavigny, professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg. — Un vol. in-12 de 288 pages. (Bibliothèque de philosophie scientifique). — Paris, E. Flammarion, 1921.

Une « Psychologie de l'hygiène » n'est pas un « Manuel d'hygiène » : le second décrit des faits, formule des lois et

propose des recettes ; le premier envisage moins les prescriptions hygiéniques en elles-mêmes que leurs conditions humaines d'efficacité et leurs répercussions psychologiques dans des milieux donnés. Que de fois les règlements ou les conseils, les mieux conçus au point de vue scientifique pur, demeurent persévéramment stériles, faute d'avoir été saupoudrés d'un peu « d'esprit de finesse », d'un peu de ce sens des possibilités qu'aiguise l'expérience psychologique de soi et des autres ! Or, celle-ci ne s'apprend point en laboratoire.

Le Dr Chavigny connaît, certes, l'hygiène savante, il en sait le fort et le faible ; mais il connaît aussi la routine administrative, l'inertie du public, les préjugés paralysants, l'inévitable variété des conditions locales, et que sais-je encore : toutes circonstances avec lesquelles doit compter l'hygiéniste qui veut réellement obtenir des résultats utiles. « L'hygiène, risque notre auteur, c'est la diplomatie de la médecine » : cette définition, qui ferait de la peine à un logicien pointilleux, offre une large part de vérité pratique. Aussi bien, ce petit livre, écrit avant tout pour le grand public, sera-t-il lu avec profit,et plaisir, par plus d'un médecin.

Une remarque encore. L'ouvrage du Dr Chavigny est inspiré, comme la plupart des ouvrages médicaux, par un esprit de sincère neutralité, qui le rend à la fois acceptable et incomplet pour des croyants. Ceux-ci n'oublieront pas que l'hygiène reste l'hygiène, et que le tout de la vie n'est peut-être pas de se bien porter ; de plus, comme l'homme n'est pas cloisonné en compartiments étanches, ils sentiront vivement, dans quelques chapitres spéciaux, où l'hygiène confine à la moralité (par ex., hygiène sexuelle, ou bien hygiène mentale), combien une morale purement médicale — honnête, comme c'est ici le cas — est courte, superficielle, et incapable de saisir certaines nuances délicates.

J. Maréchal, S. J.

XX.— Pasteur et son œuvre, par L. Descour, Médecin-inspecteur de l'Armée.— Un volume de 296 pages. — Paris, Delagrave, 1921.

La figure de Pasteur continue à dominer le théâtre de nos connaissances, agrandies par son génie, sur les mani-

festations de la vie, et leurs déviations, qui sont les maladies. Les idées actuellement en honneur sur le mécanisme de l'inflammation et de l'immunité, les procédés d'immunisation, la sérothérapie ont toujours pour points de départ et pour soutiens ses enseignements et ses expériences sur les virus et la manière d'obtenir leur atténuation ou leur renforcement.

On ne saurait donc trop analyser son œuvre, trop l'approfondir, s'en pénétrer et revenir à ces prémisses d'où tant de fécondes conséquences sortiront encore. L'année où nous sommes, qui va fêter solennellement le centenaire de la naissance de Pasteur, sera une occasion de se livrer à cette étude et de rechercher par quelles secrètes et géniales intuitions, par quelles méthodes d'expérimentation, par quelles voies de sûres et lumineuses déductions, il a parcouru toutes les étapes des révélations qui continuent à nous étonner, depuis les fermentations et la génération spontanée jusqu'au charbon et à la rage.

Une littérature se forme lentement, qui envisage cette haute figure, ou son œuvre. Après l'aimable esquisse tracée par une piété familiale au lendemain de la mort de Pasteur : « Vie d'un savant par un ignorant », après la magistrale « Vie de Pasteur » par René Vallery-Radot, et l'« Histoire d' n Esprit », de Duclaux, voici que nous vient un coquet volume de près de 300 pages, « Pasteur et son œuvre », étude claire, méthodique, d'un style alerte et coloré, témoignant d'une parfaite connaissance des méthodes et découvertes de l'illustre initiateur. Le Médecin inspecteur Descour les met très bien à la portée du public cultivé, et il résout avec bonheur ce problème peu aisé : situer l'œuvre de Pasteur dans sa vie, faire connaître l'homme et le savant, tous deux placés sur ces hauts sommets qui ne voisinent pas toujours : celui des grandes et nobles passions et celui des vastes et fécondes pensées.

Les idées philosophiques et les croyances de Pasteur, son spiritualisme ferme et confiant, qu'il ne cherchait pas à cacher, à une époque où le déterminisme matérialiste donnait le ton dans les écoles et les milieux scientifiques, sa foi « de breton et de bretonne », dont sa mort fut une suprême et émouvante expression, tous ces traits essentiels auraient pu

être mieux soulignés et cette grande figure n'en eût été que mieux éclairée. L'auteur ne les a pas omis cependant, mais, sobre dans ses appréciations, il semble n'avoir voulu que retracer et exposer sans déduire.

Nous ne saurions adopter cette réserve ; il nous plaît, au contraire, membres d'une société à laquelle Pasteur voulut bien appartenir, de souligner comment ce grand esprit, fidèle jusqu'au scrupule à la discipline de l'expérimentation et d'une logique qui ne s'égare pas, s'inclina, sans jamais y voir l'ombre d'une difficulté ou d'une contradiction, devant les principes qui sont à la base de la Société scientifique et qui se résument dans sa devise : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.*

Dr R. W.

XXI. — A Text-Book of European Archaeology, par Macalister, R. A. S. Vol. I. *The Palaeolithic Period.* — Un vol. de XIV-610 pages. — Cambridge, University Press, 1921.

L'ouvrage complet aura quatre volumes et traitera de l'archéologie européenne depuis l'âge de la pierre taillée jusqu'au dernier âge du fer.

Tous ceux qui se sont occupés des fouilles palestiniennes connaissent les admirables travaux que M. Macalister a conduits là-bas pour le compte du *British Exploration Fund.* Sa longue expérience se retrouve dans l'ouvrage qu'il présente aujourd'hui au public. Avec une très grande sûreté de méthode, une information très large et très consciencieuse, une clarté et un ordre parfaits, sans théorie précorçue et violente à la manière de G. de Mortillet, il trie, il condense et il interprète les résultats des investigations préhistoriques, poursuivies, en ordre dispersé, par tant de chercheurs de valeur inégale, aux quatre coins de la très vieille Europe.

Beaucoup plus détaillé que le *Manuel,* excellent d'ailleurs, de Déchelette, infiniment plus ordonné et plus sûr que les deux volumes de Maurice Hoernes (*Natur und Urgeschichte des Menschen*), complétant du point de vue archéologique la monographie récente de M. Boule sur la paléontologie humaine, le travail de M. Macalister est un vrai chef-d'œuvre, non seulement au sens littéraire et conventionnel du mot, mais au sens technique d'œuvre capitale. De pareils

ouvrages sont partout nécessaires, mais nulle part ailleurs sans doute plus qu'en archéologie. Dans la documentation pulvérulente ils mettent de la cohésion, et dans le fouillis des revues locales un peu de critique élective et de liaison. On ne peut dire tout le plaisir et tout l'intérêt qui s'attachent à ces pages drues et limpides, et dont l'humour n'est pas absent.

Contre Penck, Geikie, Bayer, etc., l'auteur accepte le synchronisme paléolithique proposé par Boule, Obermaier, et R. R. Schmidt, c'est-à-dire qu'il place le Chelléen dans l'interglaciaire Riss-Würm, le Moustérien tout le long du Würmien glaciaire, et le Magdalénien pendant le stade de recrudescence glaciaire de Bühl Les objections qu'on a faites à ce système ne lui semblent pas suffisantes pour renverser la conclusion établie sur des observations très nombreuses et très sûres. Kesslerloch, Veyrier, Schüssenried sont des stations magdaléniennes situées à l'intérieur des moraines Würmiennes et donc postérieures à cette dernière grande avancée des glaces. La station de Wildkirchli, d'industrie moustérienne et sans faune bien définie mais en plein territoire Würmien, pourrait faire croire que le moustérien est lui-même post-glaciaire, mais la situation de la caverne semble indiquer plutôt qu'il s'agit d'un *nunatak*, c'est-à-dire d'un pic de montagne, émergeant comme un îlot au-dessus du glacier Würmien. Le « Moustérien chaud » de Grimaldi et de Montières reste encore énigmatique. Peut-être faut-il le placer au commencement de l'interglaciaire Riss-Würm et admettre que, l'uniformité d'outillage à une époque et dans un pays donnés n'étant pas un dogme intangible, l'Acheuléen ou même le Chelléen ont pu coexister avec des industries moustériennes locales déjà plus évoluées.

L'auteur ne discute ni l'opinion de Hoernes qui bloque les trois premiers termes du paléolithique en un seul ; ni celle de Pigorini qui place le magdalénien au néolithique ! (Bollet. Paletnolog. *Ital.* XXVIII, 1902, p. 165). Personne ne le lui reprochera. Ces opinions aberrantes n'intéressent plus aujourd'hui que les « historiens de la préhistoire ». La classification sagement adoptée par Macalister est celle des préhistoriens français, qui va du Chelléen à l'Azilien en passant par les industries de Saint-Acheul, du Moustier, d'Aurignac,

de Solutré et de la Madeleine. Avec beaucoup de courtoisie et de vérité l'auteur reconnaît la supériorité indiscutable de l'école française dans le domaine de l'archéologie préhistorique (p. 211).

A l'égard des éolithes, que certains géologues ont cru découvrir jusque dans l'oligocène ou même plus haut, il se montre aussi sceptique que pour les « reconstitutions » d'hommes anciens tentées par quelques sculpteurs. Je n'ai pas vu qu'il fît une exception en faveur des « rostro-carénés » de M. Ray Lankester, ou des silex travaillés de M. Reid Moir à Foxhall. Pour ces derniers Breuil et Burkitt sont moins négatifs (Cf. REVUE ANTHROPOL. XXXI, 1921, p. 356), mais l'argument invoqué par notre auteur, et emprunté à M. Boule est assez fort, semble-t-il : la couche géologique qui a livré les « outils » serait de formation marine. Les partisans de M. Reid Moir répondront sans doute que les silex travaillés ne se trouvent qu'en surface et ne sont pas contemporains du dépôt.... De toute façon la question doit être examinée plus à fond.

Pour l'homme de Piltdown, M. Macalister semble admettre avec une certaine réserve l'attribution au même individu de la mâchoire pithécoïde et des fragments craniens (p. 199). Il affirme sans hésitation, et avec raison, que les squelettes de Spy ont été enterrés intentionnellement (p. 294). Il croit avec plusieurs anatomistes que le développement formidable des arcades sourcilières chez l'homme moustérien est en rapport avec la vigueur de la mâchoire (p. 312). Le moustérien serait d'ailleurs une espèce de dégénéré, ou en tout cas le terme d'une évolution qui, pour des raisons intrinsèques ou pour une cause extérieure, n'a pas continué. On saute sans transition du moustérien à l'homme aurignacien, au moins dans l'Europe occidentale, et l'explication de M. Macalister c'est que les Cro-Magnon venus d'Afrique ont exterminé systématiquement les vieux chasseurs de mammouths (p. 347/8).

De la religion des paléolithiques inférieurs, *we know nothing whatever*. Les théories sur le culte de la hache à cette époque ne sont que des fantaisies (p. 282).

Les négroïdes de Menton n'appartiennent pas à une race distincte (p. 354), pas plus que l'homme de Combe-Capelle.

— Il n'y a pas de poterie au paléolithique (403). Les signes tectiformes, qu'on retrouve dans les peintures pariétales des cavernes pyrénéennes, ne sont pas des huttes, mais des pièges stylisés ; les scutiformes et les naviformes sont des filets (p. 493) ; tout cet art étant d'ailleurs d'essence magique. Les galets peints du Mas d'Azil ne sont pas des *churingas*, car ceux-ci, chez les Australiens, sont cachés dans des endroits sacrés, tandis que les cailloux aziliens sont dispersés au hasard dans le niveau archéologique. Ils ne représentent que des formes humaines très stylisées (p. 528). Les silex tardenoisiens ne sont qu'une « classe spéciale d'outils » (p. 536). Prétendre que ces microlithes ont été, à une époque, la seule industrie en usage, c'est croire que l'homme a été réduit « aux proportions d'un écureuil ».

On ne peut résumer un pareil répertoire. Quand l'ouvrage sera complet il méritera une étude plus approfondie, et nous nous réjouissons à l'avance de la présenter aux lecteurs.

En attendant, voici quelques minces méprises que nous nous permettons de signaler à M. Macalister.

Les crânes de Furfooz sont néolithiques. Les comptes rendus d'Ed. Dupont ont été victorieusement critiqués sur ce point (p. 547-8).

Le Campinien belge devra, dans l'avenir, être mentionné (p. 553). Les belles fouilles d'Hamal-Nandrin, de Jean Servais et de l'école liégeoise ont étendu, sinon renouvelé, nos connaissances sur ce sujet.

On ne voit pas pourquoi le magdalénien belge est traité au mésolithique (p 544), ni pourquoi les stations moustériennes de Belgique ne sont pas mentionnées au paléolithique moyen (p. 342).

La théorie de Dupont sur le remplissage des cavernes de la Lesse par les crues de la rivière n'est plus soutenue par personne en Belgique, et n'est d'ailleurs pas soutenable (p. 291).

Enfin, si pittoresque que soit l'origine de la domestication du chien, décrite par notre auteur (p. 520), je n'arrive pas à voir comment elle explique qu'il ait fallu attendre si longtemps pour habituer cet animal à suivre l'homme. Si les choses s'étaient passées comme on nous le dit, le chien aurait été domestiqué dès l'époque moustérienne.

Pour les poignards paléolithiques de Binche, la fraude est moins douteuse que ne le laissent supposer les réticences délicates de M. Macalister (p. 229).

En résumé, un livre magnifique, d'une tenue scientifique exemplaire et dont la continuation, nous l'espérons, ne se fera pas attendre.

PIERRE CHARLES, S. J.

LA CIVILISATION ASSYRO-BABYLONIENNE, par CONTENAU, (Dr G.). — Un vol. de 143 pages. — Paris, Payot, 1922.

Bon exposé, sobre, pas trop aventureux, des résultats acquis par l'archéologie dans le vaste domaine du passé mésopotamien. On ne peut pas dire que la Babylonie soit un « berceau » de peuples, puisque l'âge de la pierre n'y est pas représenté, pas même le néolithique. Pumpelly, vers 1904, a découvert ces premiers stades de culture dans le Turkestan russe, mais le sol mésopotamien n'a rien donné de semblable. L'auteur a raison d'exposer la civilisation archaïque en fonction de la religion, qui inspire et domine l'art, les lois, les coutumes, mais il est imprudent d'assurer que le Yahvé des Hébreux était à l'origine un dieu-taureau *parce que* l'épisode du veau d'or le prouve (p. 52). On s'étonne aussi de ne trouver ni Delitzsch, ni H. Winckler dans la bibliographie, et de rencontrer quelques tournures de phrases assez peu correctes (1). L'ensemble est fort bon et très sage.

PIERRE CHARLES, S. J.

XXII. — LES INDO-EUROPÉENS. PRÉHISTOIRE DES LANGUES, DES MŒURS ET DES CROYANCES DE L'EUROPE, par ALBERT CARNOY. — Un vol. de 256 pages (12 × 19) de la Collection « Lovanium ». — Bruxelles, Vromant, 1921.

M. Carnoy offre dans ce volume une belle synthèse des connaissances actuelles sur les Indo-Européens ; il s'est attaché et a réussi à trouver une voie moyenne entre deux excès opposés, la spécialisation outrée qui tient rigoureusement isolées des branches destinées à s'éclairer mutuel-

(1) « Il s'y trouve les heureuses conditions » p. 9, ou « à peine d'hiver » p. 17, etc.

lement : linguistique, ethnographie, religions comparées, etc. ; et la systématisation prématurée qui échafaude sur quelques indices des généralisations brillantes mais subjectives et incertaines. S'il vise avant tout le public cultivé plutôt que les spécialistes, il ne se croit pas cependant tenu à un simple rôle de rapporteur et combine, avec l'exposé des faits admis de tous, les résultats de ses recherches personnelles (par exemple sur le berceau des Indo-Européens et sur leurs croyances religieuses). Ainsi conçue, sa tentative est nouvelle, en français ; elle apparaît à la fois comme œuvre de science et œuvre de courage qui fait grand honneur à la collection « Lovanium ».

L'ouvrage se développe d'après un plan très méthodique dont nous voudrions donner ici quelque idée ; c'est évidemment de la langue qu'il faut partir, base essentielle de la recherche : en un premier chapitre, dans le cadre d'une histoire des études linguistiques, on nous donne les grands faits, les grandes lois dont la découverte a peu à peu établi scientifiquement l'unité d'origine des langues indo-européennes : en somme, la preuve — en résumé — de l'existence de l'indo-européen.

Cette langue-mère, une fois établie, est alors analysée quant à ses principales caractéristiques, dans un chapitre (II) spécialement réussi, aussi riche de faits que concis dans la forme. Suit (ch. III) l'étude classique, indispensable, des divers groupes de langues indo-européennes. Par là se trouve nettement fixée l'ère actuelle de diffusion de l'indo-européen : depuis l'Hindoustan à l'Est jusqu'aux rives de l'Atlantique à l'Ouest, depuis la Scandinavie du Nord jusqu'à la Méditerranée du Sud, sans oublier les étranges Tokhares naguère découverts en plein Turkestan chinois et sans parler des pays colonisés à l'époque moderne comme l'Amérique. En regard de cette immense extension actuelle des langues indo-européennes, est-il possible de fixer l'habitat primitif où fut jadis parlée la langue indo-européenne commune ?

C'est l'objet du ch. IV. L'auteur procède à cette détermination par une méthode originale d'éliminations successives. Il établit d'abord une première conclusion : l'extension indo-européenne ne s'est pas, dans l'ensemble, pro-

duite par mouvements brusques, par déplacements considérables de peuples de territoire en territoire (quoique de pareils cas soient également survenus), mais a plutôt été graduelle, « ressemble à un rayonnement » ; « le bloc indo-européen n'a pas déplacé considérablement son centre depuis l'époque de sa première expansion » ; c'est ce que prouve l'enchevêtrement, la répartition géographique des particularités linguistiques qui se sont développées dans les dialectes particuliers et qui supposent que les groupes linguistiques sont restés en contact continu les uns avec les autres même après leur formation ; et de fait, « malgré toutes les migrations des peuples et l'extension de plus en plus grande des domaines linguistiques, les groupes issus de l'indo-européen occupent encore *grosso modo* la même position relative dans l'ensemble qu'ils avaient dans le continuum primitif ».

Quel est dès lors, dans l'immense zone actuelle, le point précis d'où est parti le rayonnement, d'où l'indo-européen s'est répandu de proche en proche ? Nous avons d'abord à exclure les régions où l'histoire même nous apprend que les Indo-Européens ont recouvert une population d'autre langue : région méditerranéenne, extrême-Ouest de l'Europe, plaine du Nord de la Russie, Iran, Inde ; et nous arrivons ainsi à déterminer un territoire indo-européen maximum, « longue bande s'étendant du Rhin au Pamir, bornée au sud par le domaine des peuples méditerranéens, sémitiques et caucasiques, et au nord par les Ongriens et Touraniens de tous genres ». Pareille zone étroite et allongée ne peut encore être l'habitat primitif ; sa forme même révèle la poussée en avant d'un peuple qui s'étend en droite ligne soit vers l'est, soit vers l'ouest. Pour préciser le point de départ, l'auteur étudie à présent les indices tirés de la race et de l'état de la civilisation ; tout en se gardant soigneusement d'identifier soit race physique et langue, soit couche de civilisation et couche racique, il croit possible pourtant d'établir certains rapprochements entre les groupes linguistiques et entre les diverses races et civilisations que nous révèle l'ethnographie ; il s'attache ainsi à montrer que les Indo-Européens ne sont pas d'abord ces dolichocéphales de petite taille aux yeux bruns et aux cheveux

noirs qui si nombreux au sud de l'Europe constituent le type dit « méditerranéen » ; ils ne sont pas non plus, contrairement à l'avis de beaucoup de savants allemands, ces dolichocéphales blonds de haute taille, au teint clair, spécialement discernables en Scandinavie, en Frise, en Allemagne du Nord et qu'on a appelés « race nordique » ; on arrive dès lors à conclure que « la race ancienne couche d'immigrants de langue indo-européenne était surtout composée de brachycéphales, de ces brachycéphales qui en Europe séparent, sous le nom de race alpine, les dolichocéphales blonds nordiques des dolichocéphales bruns méditerranéens et qui apparaissent de plus en plus nombreux lorsqu'on s'avance vers l'Est, Russie et Asie centrale-occidentale ; ces brachycéphales se distinguaient spécialement par leur pratique de la crémation et utilisaient déjà le bronze. Ce sont ces peuples que l'auteur croit pouvoir identifier avec les Indo-Européens et dont, par une dernière précision, il fixe la première habitation sédentaire dans les plaines du Dniester et du Dniéper aux environs de 2500 avant J.-C.; c'est là que, venus plus probablement d'Asie centrale que de l'Europe du Nord ou du Sud, ils passèrent de la vie nomade à la vie agricole ; c'est de là que, dès avant l'an 2000, ils commencèrent leurs migrations, à l'Ouest en suivant la voie du Danube, à l'Est par la mer Noire.

Quel était dès lors l'état de civilisation de ces Indo-Européens dans leur région du Dniéper au 3e millénaire avant notre ère ? C'est à cette question que l'auteur répond dans tout le reste de son volume (Chapitres V à XX, pp. 82 à 240). La principale source d'information sera naturellement l'étude du vocabulaire indo-européen : des mots communs aux diverses langues indo-européennes et venus de la langue mère, remonter aux choses, aux institutions qu'ils supposent existantes, combiner ensuite ces résultats obtenus par la linguistique avec les résultats jusqu'ici plus incertains de l'archéologie préhistorique et de l'ethnographie comparée, telle est la méthode. L'auteur essaie de reconstituer ainsi l'aspect physique de la vieille patrie, le mode d'habitation de nos lointains ancêtres, leurs coutumes, vêtements, armes, nourriture, leur vie familiale et sociale, enfin, de façon très approfondie, leurs croyances religieuses.

Nous ne pouvons le suivre dans le détail de ces chapitres bourrés d'érudition ; le lecteur qui parcourra ces pages, verra se dégager peu à peu à ses yeux une image, aussi nette qu'il est possible en pareil sujet, de ce que furent nos pères indo-européens.

La conclusion, nous l'avouons, nous a causé une légère déception : après une telle accumulation de faits suggestifs, nous nous attendions à les retrouver groupés, synthétisés dans un chapitre final ; si fortes et si pleines qu'elles soient, les quatre pages de la conclusion sont insuffisantes à contenter le lecteur ; nous souhaitons que, dans la seconde édition, ce chapitre XXI prenne plus d'ampleur et fasse par là mieux valoir la grande richesse de cet ouvrage.

Le livre de M. le professeur Carnoy mérite d'être chaudement recommandé ; mais entre tous les lecteurs, les plus reconnaissants peut-être seront les étudiants et anciens étudiants en philologie classique ; ils y apprendront que la grammaire comparée, cette branche qui parfois leur sembla si aride, peut, elle aussi, devenir suggestive, vivante, élevante lorsqu'elle est traitée par un maître qui est non seulement érudit, mais aussi homme de pensée et de cœur et qui aborde son sujet avec toute son âme.

J. Levie.

XXIII. — Adonis. Étude de Religions orientales comparées, par James George Frazer. — Un vol. de VII-312 pages (16 × 25). Traduction française par Lady Frazer (Annales du Musée Guimet, Bibliothèque d'études ; tome XXIX). — Paris, Geuthner, 1921.

La compétence spéciale de M. Frazer pour les recherches de religions comparées garantit le haut intérêt du présent volume. L'idée fondamentale est la personnification des énergies vitales : les forces se manifestent dans la vie végétale et animale, s'incorporent dans un personnage divin tel qu'Adonis-Tammouz, dont alternativement la mort et la renaissance excitent par une sympathie universelle tous les phénomènes correspondants de la nature. Avec un soin minutieux, et avec une merveilleuse érudition, M. Frazer recueille les éléments du mythe d'Adonis, partout où celui-

ci a pénétré ; il étudie les cérémonies du culte, les jardins d'Adonis, et en particulier les fêtes de la mort et de la résurrection du dieu. Fidèle à sa méthode habituelle, il les interprète à l'aide des pratiques plus ou moins semblables qui dans les peuples les plus divers se sont parfois maintenues jusqu'à nos jours ; et il arrive à la conclusion qu'Adonis est le dieu de la végétation, qui meurt pour renaître au printemps. A une époque tardive, Tammouz-Adonis est le dieu du blé : sa mort et sa résurrection figurent la moisson et la germination nouvelle. Le P. Lagrange avait suggéré que les lamentations en l'honneur d'Adonis étaient essentiellement un rite de la moisson, destiné à rendre propice la divinité du blé, qui alors périssait sous la faucille du moissonneur, ou était foulé sur l'aire par le sabot des bœufs

La manière, dont M. Frazer interprète les données bibliques, appelle des réserves. Il en est de même pour l'explication donnée à des manifestations de la piété populaire, en Sardaigne par exemple, à la fête de Saint Jean. Sa théorie sur la religion se dégageant de la magie est fort contestable; et l'étude sur Adonis n'aurait rien perdu, en se débarrassant de certaines analogies douteuses ou de prétendues survivances.

G. S.

XXIV. — Problèmes actuels de l'économique. Numéro spécial de la Revue de Métaphysique et de Morale (avril-juin 1921). — Un vol. in-8° de VI-330 pages. — Paris, Armand Colin.

Ce recueil est composé de dix études qui se classent sous les rubriques, les noms d'auteurs et les titres suivants :

Méthode. — L. March. La méthode statistique en économie politique.

Échange. — J. Moret. Les prix et la théorie générale de l'équilibre.

R. G. Hawtrey. La situation monétaire européenne

Consommation. — Ch. Gide. La consommation.

Évolution de la Production. — A. Aftalion. Le rythme de la vie économique.

E. Barone. Les syndicats (cartels et trusts).

Facteurs permanents de la production. — Augé-Laribé. Le rôle de la terre et des forces naturelles dans l'économie moderne.

Ch. Rist. L'épargne, son mécanisme social et psychologique.

Max Lazard. Le travail humain : son utilisation et sa rémunération.

Aménagement du travail. — Dugé de Bernonville. L'orientation professionnelle : l'adaptation de l'ouvrier à la profession.

Aucun de ces travaux n'est dénué de valeur ; plusieurs présentent un grand intérêt ; ils envisagent des questions qui, toutes, sont importantes ; ils donnent des enseignements toujours utiles, parfois nouveaux, en même temps qu'ils montrent, par leur diversité même, les différents points de vue d'où l'on peut envisager les problèmes et les différentes méthodes qui aident à les résoudre.

Comme il est écrit dans la préface, « l'objet de ces études a donc été de stimuler l'esprit plus encore que de l'instruire, de lui ouvrir des perspectives plutôt que de lui tracer des routes. En déblayant le terrain de controverses vieillies, elles ont voulu faciliter la besogne aux travailleurs, avides de savoir... Il ne s'agissait pas de rédiger un traité. Il importait surtout d'examiner quelques grands problèmes sous l'angle où ils se présentent aujourd'hui à ceux qui en cherchent la solution par la seule voie où l'on peut espérer la rencontrer : par la méthode scientifique. Et, si possible, d'inciter quelques personnes à tenter par la même voie la solution des problèmes que l'avenir tient en réserve. »

L'œuvre répond parfaitement à cette intention. On ne lui demandera donc pas l'unité, ni le fini, ni l'équilibre des parties qu'on serait en droit d'exiger d'un traité. On ne s'étonnera pas des lacunes qu'elle présente, ni des tendances diverses des auteurs qui ont coopéré à sa composition, ni de voir tel d'entre eux résumer longuement et très objectivement les travaux d'un économiste américain, à la méthode et aux conclusions duquel il opposera, en terminant, de brèves mais graves critiques.

Nous remercierons, au contraire, la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE d'avoir offert à des savants, tous occupés du même objet, l'occasion de donner un spécimen de leur

genre et de ramasser, dans l'espace mesuré d'un chapitre, le résultat de leurs recherches sur quelqu'un des points cardinaux de l'Économique.

V. Fallon, S. J.

La personnalité civile des associations sans but lucratif et des établissements d'utilité publique, par Jos. M. C. X. Goedseels. Commentaire théorique et pratique de la loi du 27 juin 1921. — Un vol. in-4° de 434 pages. — Bruxelles, Hauchamps, 1921.

Le titre de cet ouvrage en indique exactement le contenu en même temps qu'il en signale l'opportunité. La loi du 27 juin 1921 est une nouveauté juridique annoncée dès 1831 et dont l'apparition impatiemment attendue par tous ceux qui s'intéressent aux associations sans but lucratif est un événement gros de conséquences heureuses.

Le commentaire de M. Goedseels, précédé d'une étude sur les principes du droit public et du droit civil relatifs à la matière, et suivi du texte des travaux préparatoires de la loi, sera de la plus grande utilité aux nombreuses associations qui auront prochainement à se conformer à la législation nouvelle.

V. F.

Les changes étrangers. Exposé général des conditions et moyens de règlement des comptes internationaux et de la crise des changes 1914-1921, par Jules Decamps, directeur des Études Économiques de la Banque de France. — Un vol de 396 pages. — Paris, Alcan, 1921.

Préfacé par M. André Liesse, couronné par l'Académie des sciences morales et politiques, cet ouvrage n'avait besoin d'autre recommandation que la signature de son auteur. Nulle part, à notre connaissance, on ne trouvera un exposé plus scientifique, plus pratique et plus intelligible pour les profanes aussi bien que pour les initiés, de la broussailleuse question des changes étrangers.

V. F.

XXV. — La Science et l'Esprit positif chez les penseurs contemporains, par Marcel Boll, professeur agrégé de l'Université, Docteur ès sciences. — Un vol. de II-262 pages (12 × 19) de la Collection « Les Questions actuelles ». — Paris, Alcan, 1921.

L'auteur réunit dans cet ouvrage un certain nombre d'études sur divers essais récents de philosophie scientifique, dont plusieurs ont paru déjà dans la Revue positiviste internationale, la Revue scientifique et le Journal de Psychologie. Il les a revues et remaniées, « pour présenter, dit-il, un tableau actuel des idées générales, qui dirigent l'immense majorité des savants et un groupe déjà important de philosophes ».

La première partie définit et précise les tendances philosophiques positivistes qui prennent la science comme point de départ et comme modèle. La seconde partie est une étude générale de la science théorique. Il y a un bon chapitre sur la méthode en physique, reproduction de la préface du *Précis de physique* dont nous avons rendu compte (1), et une esquisse rapide, mais nette, de l'état actuel d'unification de la physique. Les chapitres sur la conception physico-chimique de la vie, sur l'évolution, la vie et la conscience, sur la sociologie sont hostiles à la philosophie spiritualiste. Dans la troisième partie « Affectionnisme ou positivisme », l'auteur enveloppe dans sa critique, le Belphégorisme (2), stigmatisé par Julien Benda, le « mysticisme », comme il dit, d'un Duhem, d'un William James, d'un Bergson et d'un Boutroux, et la « religion » positiviste. Par mysticisme il entend avec Jules Sageret « tout ce qui, dans l'ordre de la pensée, est en dehors de la méthode et de la connaissance scientifique. Des savants, parmi les plus grands, n'en sont pas indemnes ; il veut bien le reconnaître, mais, ajoute-t-il avec Sageret, il faut remarquer que, là où ils commencent à fonder leur foi, ils abandonnent la méthode scientifique

(1) Revue des Questions scient., juillet 1921, p. 196.

(2) Belphégor est le nom d'une divinité orientale de la sensualité. Benda s'en servit pour intituler un ouvrage où il dénonçait, dans la société présente, le dédain de l'intelligence, la recherche de la sensation et le développement effréné de l'individualisme.

qu'ils déclarent, en de telles matières, incompétente ; c'est avouer du même coup que la science prononce contre eux ; sans cela ils continueraient à s'appuyer sur elle ». — Mais si la science se cantonne dans l'observation du phénomène ? L'intelligence humaine, qui jouit assurément du crédit quand elle interprète le témoignage des sens, facultés inférieures, cesserait-elle de le mériter, parce qu'elle est assez noble pour dépasser ce niveau de la connaissance et s'affranchir des conditions restrictives propres à ce mode de connaître ?

H. D.

XXVI. — L'Énigme du monde et sa solution selon Charles Secrétan, par Frank Abauzit. — Un vol. in-8° de 235 pages. — Paris, Alcan, 1922.

Il s'agit de la grande énigme de l'origine de l'univers, de la destinée de l'homme, de l'existence du mal.

M. Frank Abauzit est convaincu d'avoir trouvé dans la philosophie de Charles Secrétan la solution la plus compréhensive et la plus adéquate qu'on en ait jamais donnée : Dieu créateur, par un acte de libre amour ; la créature, sortie de ses mains spirituelle, libre, une, infinie en son genre, puis tombée, par sa faute, dans la matière, la nécessité, la multiplicité de l'espace et du temps ; enfin, sous l'action de la grâce réparatrice, s'élevant peu à peu de la matière à la vie, de la vie à l'esprit, à la recherche du Sauveur, qui lui rendra sa liberté, son unité, dans la parfaite et universelle communion à l'amour de Dieu. Le Sauveur est Jésus ; en s'associant à son œuvre de renoncement et d'amour, l'humanité, et, par elle, l'univers atteindront leur destinée. La philosophie de Secrétan est riche en aperçus intéressants, parfois profonds. Pourtant la solution qu'elle propose de l'énigme du monde ne convaincra pas la raison ; elle l'enchantera peut-être, comme un beau poème, elle l'orientera vers la vérité, elle ne la lui donnera pas. En réduisant la vieille solution chrétienne à n'être qu'une théorie humaine, elle l'a dépouillée de sa précision, et de son entière certitude.

P. C.

XXVII. — L'Art et l'Histoire, par Paul Lorquet, professeur d'histoire au Lycée Janson-de-Sailly. — Petit in-4°. — Paris, Payot, 1921.

Ce livre n'est pas une thèse sur les rapports de l'art et de l'histoire ; c'est une suite de réflexions ingénieuses, souvent justes, parfois même profondes sur leurs points de contact ; parmi le nombre, il y en a de plus ingénieuses que justes, il y en a de discutables qui appellent les plus expresses réserves. M. Lorquet est avant tout un écrivain brillant, doué d'un sens très vif de la beauté artistique. Mais le philosophe en lui, est notablement au-dessous de l'écrivain. Quand il touche d'aventure à la religion, à la morale, à l'esthétique générale, les idées de M. Lorquet paraissent courtes et marquées au coin de tous les préjugés courants. Aux gens dits « calés », elles pourront ne pas nuire ; elles ne seront pas sans danger pour le lecteur « candide », trop jeune ou trop peu instruit.

L'auteur a divisé son travail en quatre parties. La première, « le témoignage de l'art », expose sa philosophie personnelle sur l'art et sur le beau. C'est la partie la moins solide de l'ouvrage. M. Lorquet pense plus par impressions que par concepts ; il sent plus qu'il n'analyse. Il est plus à l'aise parmi « les arts spéciaux » moyens et mineurs dont il traite dans la seconde partie ; elle se termine par un chapitre curieux sur « les arts du goût, du toucher et de l'odorat ».

Des arts, l'auteur, après avoir indiqué dans un chapitre spécial le rôle des facteurs : race, hérédité, évolution, passe à l'histoire de l'art. Il y a en art quatre peuples souverains : les Égyptiens, les Grecs, les Italiens, les Français. A côté d'eux ou plutôt sous eux, il faut ranger « les autres peuples d'art », européens et asiatiques. Aux Allemands, M. Lorquet consent à laisser l'empire de la musique. Les historiens allemands de l'art protesteront contre un partage qui au génie national abandonne le temps pour l'exiler totalement de l'espace. M. Lorquet est à la fois plus juste et plus aimable pour l'art belge. On lira avec plaisir les pages qu'il consacre à l'art flamand dont il vante « le puissant réalisme, le coloris brillant et chaud, le souci des re-

cettes pratiques, le beau métier consciencieux et fort » (p. 190). Signalons dans cette même partie les deux chapitres très intéressants qui traitent de l'art chinois et de l'art japonais. Cette revue des « peuples d'art » s'achève par un chapitre sur leurs « rapports et parentés ». L'auteur y montre « comment de peuple à peuple, d'art à art, il y a de mutuels emprunts » et comment sur « la chaîne immuable s'enchevêtre la trame des échanges ». « Une isolée : l'Amérique précolombienne » ferme ce défilé imposant des « peuples d'art ». La quatrième et dernière partie : « L'Art et les patries » tend à montrer dans l'art « l'image de la patrie » et comment, à partir de la préhistoire, le progrès s'opère de « l'uniformité ancestrale » vers la formation des races, des patries et des arts différents. L'ouvrage, malgré un manque de cohérence mal déguisé dans la distribution des matières, est d'une lecture très agréable ; les aperçus piquants et les rapprochements curieux abondent ; ils sont formulés avec un rare bonheur d'expression. Hélas ! pourquoi l'auteur quitte-t-il les régions sereines de l'art et des lettres pour les champs de bataille de la religion et de la métaphysique ? M. Lorquet ne pourrait-il célébrer l'art sans accuser la religion de maudire ou de dédaigner la nature (p. 12), l'Église primitive d'avoir, par haine de l'art, proscrit la beauté et fait le Christ laid (p. 15, note) ? Voilà, si je ne me trompe, de bien gros mots ! Le livre de M. Lorquet perdrait-il beaucoup à laisser toutes ces querelles aux théologiens ? Il n'y a de pire métaphysique que celle qui prétend exorciser toute métaphysique. On en fait et de très mauvaise quand on voit dans les systèmes les « épopées de l'inconnu » (p. 21), quand on interdit le retour « à la vieille chimère de l'Absolu » sous prétexte que « tout est relatif » (p. 35). Passons ces énormités et d'autres à un auteur qui écrit, sans broncher : « Le caractère *essentiel* de l'homme est d'être artiste. L'animal peut être *savant*, compter, classer, *enchaîner des déductions* ; il peut être *moral, distinguer le bien et le mal*... il n'est pas artiste » (p. 44). La guerre, dit-on, a changé bien des choses en France ; à en juger par le livre de M. Lorquet, elle n'a pas changé l'esprit de certains universitaires français. Cette

fidélité à des habitudes mauvaises nuit au talent réel de l'auteur et diminue le mérite incontestable de son travail.

François Jansen, S. J.

XXVIII. — La Sculpture grecque, par Henri Lechat, professeur à l'Université de Lyon, correspondant de l'Institut. — Un vol. de 154 pages (16 × 10). — Paris, Payot, 1922.

Un petit modèle de précision. C'est toute la vie de la sculpture grecque, des couros et corés primitifs aux athlètes de Polyclète et de Phidias, jusqu'à la plénitude de grâce de la Vénus Cnidienne, ce chef-d'œuvre de Praxytèle, et jusqu'à cette efflorescence de vie jeune, flexueuse et intense qui enivre la bacchante de Scopas, pénètre de tant d'harmonie les adolescents de Lysippe et ruisselle dans le rire pointu des petits Satyres, du Pan et des Centaures.

Voilà de quoi donner figure à la poésie classique toujours un peu inerte, en révélant aux yeux le centre merveilleux de tout l'art antique, le corps humain.

L. S.

REVUE
DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIQUE
MAGNÉTISME, ÉLECTRONS ET MAGNÉTONS

Le courant électrique exerce autour de lui une action magnétique. En circuit fermé, il équivaut à un feuillet composé d'aimants élémentaires juxtaposés côte-à-côte. On s'est demandé si, inversement, les derniers constituants des corps magnétiques ne devaient pas leur aimantation à la présence en eux de courants électriques. Ampère déjà le pensait. Weber après lui. Depuis une vingtaine d'années surtout. la théorie magnétique des courants moléculaires a progressé rapidement.

Rappelons d'abord les phénomènes connus, les méthodes de mesure et les lois expérimentales. Retraçons leur interprétation en théorie électronique, spécialement par Paul Langevin, professeur au Collège de France, et Pierre Weiss, professeur à l'Université de Strasbourg. Nous exposerons les principaux résultats démontrant la fécondité de ces théories, sans dissimuler les difficultés non résolues. Puis nous rapporterons les démonstrations expérimentales récentes, de Barnett, Einstein et de Haas, de l'existence des courants particulaires agents du magnétisme. Enfin nous parlerons brièvement de l'examen aux rayons X des aimants élémentaires.

I. Phénomènes, méthodes de mesures, Lois expérimentales.

L'aiguille aimantée est caractérisée, non seulement par l'intensité de chacun de ses pôles, égale et de signe contraire, mais aussi par la distance qui les sépare. Le produit

des deux nombres qui expriment cette intensité et cette distance mesure une grandeur composée : le *moment magnétique* de l'aiguille. Par convention, on lui attribue une direction : la droite des pôles ; et un sens positif : du sud au nord. Le moment magnétique est donc un vecteur. On peut lui appliquer les principes de décomposition et de composition géométrique des grandeurs dirigées, et parler, par exemple, des composantes d'un moment ou de la résultante de plusieurs moments. L'expérience prouve que le système rigide construit en disposant parallèlement, bout à bout ou côte à côte, deux aimants de moment égal possède un moment magnétique double et qu'en général le moment magnétique d'un corps formé par composition d'aimants de directions quelconques est la somme géométrique des moments des composants. En supposant l'aimantation uniforme, le moment du tout étant la somme des moments des parties, on peut aussi parler du *moment magnétique spécifique* ou par unité de volume, quotient du premier par le volume du système et du *moment magnétique massique* ou par unité de masse, quotient du précédent par la masse de l'unité de volume, ou densité.

Plaçons successivement différents corps (1), dans un solénoïde, ou bobine de fil conducteur parcouru par un courant électrique, et étudions leurs effets sur le champ magnétique. Pour cela nous pourrons, par exemple, entourer la bobine de quelques spires conductrices et lire au galvanomètre les courants induits dans ce circuit. Certaines substances, surtout le fer, le nickel et le cobalt ou leurs alliages, s'aimantent très sensiblement dans le solénoïde et ajoutent leur champ magnétique au sien. On les appelle magnétiques comme le fer, ferromagnétiques ; d'autres, solides, liquides ou gaz, très nombreuses, augmentent aussi le champ, mais beaucoup moins : elles sont magnétiques faiblement, paramagnétiques dit-on. Quelques substances sont neutres. Enfin il en est qui, au contraire, diminuent le champ, fort peu, il est vrai ; elles s'aimantent à rebours des précédentes ; leur action s'oppose à celle du solénoïde : ce sont les dia-

(1) Quand il s'agira de liquides et de gaz, nous prendrons évidemment la précaution de les enfermer dans un tube de verre.

magnétiques ; tels surtout le bismuth, parmi les solides, et la plupart des gaz.

Précisons davantage ces magnétismes divers, en supposant pour l'étude un champ magnétique inducteur uniforme (1).

Chaque substance est caractérisée au point de vue magnétique par un coefficient particulier : la susceptibilité. La *susceptibilité* d'un corps est son moment magnétique par unité de volume ou spécifique, et par unité d'intensité du champ (2) ; elle se désigne généralement par la lettre κ.

On emploie aussi fréquemment la notion de *susceptibilité massique*, appelée encore *coefficient d'aimantation*, et désignée par la lettre χ. C'est le moment magnétique de la substance par unité de masse, ou massique, et par unité de champ (3).

Les corps se définissent dès lors rigoureusement au point de vue magnétique : les *diamagnétiques* ont une susceptibilité négative constante, c'est-à-dire indépendante de l'intensité du champ ; les *paramagnétiques* ont une susceptibilité positive et constante. Chez les uns et les autres la susceptibilité est faible. Les *ferromagnétiques* ont une susceptibilité positive beaucoup plus considérable et variable d'après l'intensité du champ agissant.

Il existe plusieurs méthodes de mesure de la susceptibilité magnétique. Nous en esquissions déjà une plus haut : l'observation des variations d'un courant d'induction entourant le solénoïde. Elle n'est guère applicable qu'aux ferromagnétiques. Pour ces mêmes corps, on peut aussi déduire leur susceptibilité, par exemple, de la déviation qu'ils provoquent sur une aiguille aimantée, ou magnétomètre ; ou de la force portante d'un électro-aimant dont l'âme est constituée par eux.

(1) L'intensité d'un champ magnétique se mesure en *gauss* ; c'est la force qui agirait en chaque endroit sur une masse magnétique nord égale à un. Le champ est uniforme dans les espaces où l'intensité est constante en grandeur et en direction.

(2) Soit M le moment d'un corps de volume V, dans un champ d'intensité H : $\kappa = \frac{M}{VH}$.

(3) Soit D la densité : $\chi = \frac{\kappa}{D} = \frac{\mu}{VDH}$.

Pour étudier les substances faiblement magnétiques, on s'appuie sur le fait que, placées dans un champ magnétique non uniforme, les paramagnétiques sont attirées vers les régions d'intensité plus grande, et les diamagnétiques en sont repoussées.

La méthode de Faraday consiste à mesurer, par exemple à la balance, cette force de déplacement pour un volume restreint de la matière à l'essai, placé dans le champ d'un électroaimant à l'endroit où la variation d'intensité est le plus grande.

La méthode de Gouy, ou du cylindre, est basée sur l'emploi d'un champ magnétique uniforme. La substance reçoit la forme d'un cylindre assez allongé ; une extrémité placée dans le champ, l'autre se trouve à un endroit d'intensité pratiquement négligeable. Le calcul fait prévoir la force d'attraction du cylindre vers le champ, ou de sa répulsion, en rapport avec la susceptibilité.

La méthode de Quincke, ou de la dénivellation, perfectionnée par Ollivier, est applicable uniquement aux liquides et aux gaz. Elle suppose également le champ uniforme. Dans ce champ, une branche très étroite d'un tube en U est introduite, qui contient le liquide à étudier, ou le liquide témoin, s'il s'agit d'un gaz. Le niveau du liquide est maintenu dans la région d'intensité uniforme du champ et surmonté d'un gaz de susceptibilité connue, ou du gaz à l'essai. Dans l'autre branche du tube, beaucoup plus large, le niveau est soustrait à toute action magnétique. Il y est exposé à la pression extérieure, ou surmonté du même gaz que dans la branche mince, suivant un perfectionnement dû à Bauer et Perrier ; les deux parties montantes du tube en U sont alors mises en communication par en haut, et l'ensemble forme un O. Le champ magnétique produit une dénivellation du liquide dans les deux branches ; on en déduit la susceptibilité relative du liquide et du gaz qui le surmonte.

Le liquide étalon, ou la substance de comparaison pour mesurer la susceptibilité des corps faiblement magnétiques, est l'eau. On la choisit, parce qu'on peut aisément la préparer à l'état liquide pur, que ses propriétés magnétiques varient très peu avec la température et qu'elle est le dis-

solvant le plus souvent employé. La susceptibilité de l'eau a donc fait l'objet d'une minutieuse détermination par divers expérimentateurs (1)

Les recherches faites d'après ces méthodes, entre autres, raffinées pour la connaissance exacte du champ magnétique, de la température et des effets mécaniques, excessivement faibles, ont permis d'établir les lois expérimentales suivantes :

1. Diamagnétisme. *1re Loi de Curie.* Le coefficient d'aimantation est indépendant de la température, à des écarts très minimes près. La susceptibilité d'une substance diamagnétique est donc constante non seulement pour différentes intensités du champ inducteur, mais aussi pour différentes températures.

Cette loi admet de nombreuses exceptions parmi les corps simples ; Curie le constatait pour le bismuth ; Honda et Owen trouvèrent que la susceptibilité croît avec la température dans le diamant, l'argent, qu'elle décroît dans le graphite, le cuivre, le zinc.

Les éléments diamagnétiques conservent souvent dans les combinaisons organiques leurs propriétés magnétiques spécifiques (2). Pourtant un changement de structure cristalline, ou même un changement d'état physique, peut entraîner des modifications dans le moment magnétique des molécules.

2. Paramagnétisme. *2me Loi de Curie.* Le coefficient d'aimantation est inversement proportionnel à la température absolue. Le produit du coefficient d'aimantation moléculaire par la température absolue, s'appelle la constante de Curie, et se désigne par C_m (3).

(1) Weiss et Piccard la fixent, avec une erreur inférieure au millième, à 20° :

$$\chi_{aq,20^\circ} = -7{,}193.10^{-7} \text{ U.C.G.S.}$$

(2) Soient $A_1, A_2 \ldots$ les coefficients d'aimantation des atomes-grammes (produit de χ par la masse atomique) qui constituent, respectivement aux nombres $N_1 \ldots N_2 \ldots$, la molécule-gramme de coefficient moléculaire : $\mathfrak{M}$ (produit de χ par la masse moléculaire), on a : $\mathfrak{M} = N_1A_2 + N_2A_2 + \ldots + \lambda$, où λ représente un terme petit, positif ou négatif, et parfois nul.

(3) $C_m = \mathfrak{M}T$.

Cette loi n'est pas générale. Honda et Owen ont découvert des corps paramagnétiques dont la susceptibilité est constante malgré les variations thermiques.

3. Solutions faiblement magnétiques. *Loi de Wiedemann.* Dans les solutions la susceptibilité du corps dissous et celle du solvant s'ajoutent algébriquement (1). Lorsque cette loi ne se vérifie pas, on admet qu'il y a changement chimique dans les composants.

4. *Ferromagnétisme.* La susceptibilité est variable avec la température et avec le champ inducteur. La plupart des substances présentent le phénomène d'*hystérésis* : elles gardent partiellement leur aimantation, quand on ramène à zéro l'intensité du champ magnétique extérieur. Lorsqu'on fait croître indéfiniment celle-ci (2), la susceptibilité tend vers une limite supérieure appelée *saturation magnétique* Cette limite diffère suivant les températures. On nomme *saturation absolue* sa valeur maximum, qui serait théoriquement atteinte au zéro absolu.

Au-dessus d'une certaine température, caractéristique de chaque substance, les ferromagnétiques deviennent paramagnétiques ; elles éprouvent quelque chose comme un changement d'état magnétique ; par analogie avec les points de fusion et de vaporisation d'Andrews, on désigne cette température du nom de *point de Curie.*

II. Hypothèses électroniques.

Ampère expliquait le paramagnétisme par des courants moléculaires. Chaque molécule serait un minuscule aimant parce qu'entourée de courants électriques sans résistance et constants. Un champ magnétique extérieur se produisait-il, il orientait plus ou moins uniformément les aimants élémentaires.

W. Weber (1852) attribua le diamagnétisme à des cou-

(1) Soit mA la concentration du corps dissous (masse de ce corps par gramme de solution), χ_A sa susceptibilité, et χ_S celle du solvant ; on a :

$$\chi = mA\chi_A + (1 - mA)\,\chi_S.$$

(2) L'intensité maxima obtenue jusqu'à présent dans des électro-aimants de laboratoire est de 50000 à 60000 gauss, mais seulement dans un espace de l'ordre de 1 Cm^3.

rants moléculaires induits. On sait quel sens a le courant électrique produit par changement du flux de force magnétique qui traverse un cadre conducteur. Pendant la variation du flux, le cadre se comporte comme un feuillet magnétique qui tend à s'opposer à cette variation. En d'autres termes, que le flux augmente, les lignes de force magnétiques surgissant du cadre induit lui sont opposées ; qu'il diminue, elles surgiront de l'autre face du cadre. Weber raisonna par analogie. Dans les corps diamagnétiques, un champ extérieur, en s'établissant, induirait des courants moléculaires de polarité magnétique inverse. Mais tandis que les courants d'induction ordinaires cessent avec la variation du flux inducteur, les courants moléculaires se maintenaient tant que durait le champ extérieur et ne disparaissaient que par induction en sens inverse au moment de la cessation de ce champ.

Depuis 1900 l'hypothèse des électrons a été appliquée de plusieurs manières par divers savants, J.J. Thomson, W. Voigt et d'autres, à l'interprétation du magnétisme. La théorie qui jusqu'à présent s'est montrée la plus féconde, est celle de P. Langevin (1904), élargie et perfectionnée par P. Weiss (1911). Elle confirme les vues d'Ampère et de Weber ; mais elle en précise remarquablement la portée et explique en outre, du moins partiellement, le ferromagnétisme.

Rappelons-la ; nous noterons ses succès, ainsi que les questions qu'elle laisse encore actuellement sans solution.

Diamagnétisme. Le modèle atomique généralement adopté aujourd'hui est connu des lecteurs : un noyau central électriquement positif et, tout autour, des électrons négatifs tournant en nombre déterminé, avec des vitesses et à des distances également déterminées. Chaque électron équivaut à un courant fermé sur lui-même dans un cadre sans résistance électrique, donc à un aimant. Son moment magnétique est dirigé perpendiculairement au plan de l'orbite, à partir du centre, et du côté où l'électron tourne dans le même sens que les aiguilles d'une montre. La grandeur de ce moment est mesurée par la surface de l'orbite multipliée par l'intensité du courant ; celle-ci d'ailleurs est le produit de la

charge électrique par la fréquence ou nombre de tours par seconde (1).

Supposons fixe le plan de révolution de l'électron. Lorsque se produit un champ extérieur de même direction et sens que le moment magnétique, il opère quelque chose d'analogue à l'extracourant induit dans une spire : l'orbite n'est pas modifiée, mais l'allure du corpuscule électrique est ralentie; ensuite, la résistance électrique étant nulle, l'électron garde sa vitesse diminuée (2). Son mouvement magnétique est moindre que précédemment (3). Il ne reprendra sa valeur primitive qu'au moment où disparaîtra le champ extérieur. Si celui-ci était dirigé en sens inverse, la vitesse du corpuscule augmenterait, au lieu de diminuer ; et de même son moment.

C'est ainsi que P. Langevin explique le diamagnétisme. Il serait une propriété commune à tous les éléments chimiques, puisque l'établissement d'un champ extérieur entraîne une diminution des moments électroniques de même sens et une augmentation de ceux dirigés en sens contraire ; et qu'il a une action moindre, mais analogue, sur les moments obliques. Au total, tout se passe comme si la substance placée dans le champ lui opposait un flux de force antagoniste.

Nous avions supposé absolument immobile le plan de l'électron ; supposons-le simplement de direction fixe par rapport aux autres plans d'électrons dans la molécule. Le champ extérieur tend maintenant en outre à orienter les aimants électroniques de façon à se les rendre parallèles

(1) Soit M le moment magnétique, e la charge, S l'aire de l'orbite, N le nombre de tours par seconde : $M = e\,S\,N$. (C.G.S.E.M.)

(2) Soit ΔM la variation du moment magnétique, H l'intensité du champ, m la masse de l'électron : $\Delta M = -\frac{e^2HS}{4\pi m}$. Cette relation est vectorielle ; on peut donc en déduire, par décomposition des vecteurs M et H, la diminution de champ magnétique qui résulterait d'un champ extérieur oblique par rapport à l'orbite.

(3) La possibilité de courants sans résistance, et se maintenant donc indéfiniment, a été grandement confirmée par la découverte, faite par Kamerlingh Ohnes, de l'état superconducteur de la matière aux températures extrêmement basses. A mesure que diminue l'agitation thermique des molécules, les électrons constituant le courant électrique s'y heurtent moins souvent.

et de même sens. Le fait-il? Non, dans les corps purement diamagnétiques. Oui, dans les paramagnétiques et les ferromagnétiques. Pourquoi cette différence ? Chez les premiers, dit Langevin, les molécules ont un moment magnétique résultant nul ; les moments des électrons qui les composent s'annulent géométriquement. Chez les autres le moment moléculaire diffère de zéro : ce sont de vrais petits aimants : ils se tournent donc dans le champ, pour y ajouter leur magnétisme individuel.

On s'explique aisément comment les atomes diamagnétiques conservent dans les combinaisons leurs propriétés spécifiques. Les exceptions à cette loi constituent plutôt une difficulté pour la théorie. On pourrait, il est vrai, la résoudre, en admettant que dans les composés les plans des électrons atomiques changent de situation réciproque.

Voici comment Langevin déduit la première loi de Curie. La susceptibilité des diamagnétiques doit être indépendante de la température. En effet, la vitesse des électrons sur leurs orbites est une propriété atomique, et point moléculaire, non influencée par l'agitation thermique des molécules ; et donc non plus les variations de cette vitesse dans les champs extérieurs.

Il rend compte aussi de l'exiguïté des effets diamagnétiques : elle est due aux dimensions extrêmement petites des orbites. Vérification curieuse : le rayon moyen des trajectoires électroniques de l'hydrogène déduit de sa susceptibilité coïncide remarquablement avec le rayon moyen de la molécule déduit de la viscosité ; et pour les autres gaz diamagnétiques on obtient pour les orbites des électrons un rayon moyen inférieur au rayon moléculaire.

Mais comment se peut-il que l'hydrogène soit diamagnétique ? On sait que d'après les théories admises, l'atome d'hydrogène ne contient qu'un électron ; il est donc impossible que son moment magnétique soit nul ; on n'a pu construire jusqu'ici de modèle stable d'une molécule constituée de deux semblables atomes qui ne possède un moment magnétique différent de zéro. En théorie, la molécule d'hydrogène devrait donc être paramagnétique (1) ; de même

(1) C'est ce qu'a démontré J. Kunz pour la molécule d'hydrogène de Bohr. PHYS. REVIEW (1918), p. 59.

(D'après Také Soné. PHIL. MAG. 1910, t. 39, p. 279.)

l'atome d'hélium. Or, ces corps sont nettement diamagnétiques On n'a pas encore trouvé de ce fait une explication satisfaisante (1).

Paramagnétisme.

Le paramagnétisme résulte, d'après Langevin, de l'orientation des aimants élémentaires. On comprend sans peine pourquoi ses effets sont généralement beaucoup plus sensibles que ceux du diamagnétisme En effet, il ne s'agit plus ici d'une faible variation des moments magnétiques des électrons ; mais de l'addition plus ou moins complète de leur magnétisme à celui du champ extérieur.

Pour retrouver la seconde loi de Curie, Langevin suppose les aimants moléculaires rigides, parfaitement libres de se tourner en tous sens, et sans actions mutuelles. Si rien ne s'opposait à l'action du champ magnétique, ils se placeraient de façon à rendre maxima la force magnétique. Le moindre champ devrait suffire à les rendre tous parallèles et porter la substance à saturation magnétique absolue. Mais la température fait bouillonner incessamment les molécules, par translation, et aussi par rotation. Ce désordre est adversaire de la polarisation magnétique régulière ; et c'est ce que traduit la loi de variation thermique de la susceptibilité ou seconde loi de Curie. On peut démontrer que le moment magnétique d'une substance paramagnétique ainsi constituée dépend uniquement du rapport de l'intensité du champ à la température absolue (2). Pour les paramagnétiques à température constante, le moment magnétique dans les champs différents est le produit de l'intensité par une constante (la susceptibilité) ; c'est donc que le quotient du moment par l'intensité du champ, ou la susceptibilité, est égal à cette constante divisée par la température absolue. C'est la loi de Curie.

Langevin put aller plus loin. Se basant sur des considérations d'équilibre statistique des mouvements molé-

(1) K. Honda et Okubo expliqueraient le diamagnétisme des gaz par des effets gyroscopiques dus à des rotations moléculaires caractéristiques de chacun d'eux. SCIENCE REPORT (1918), t. 7, p. 141.

(D'après Také Soné. PHIL. MAG. 1920, t. 39, p. 279.)

(2) $M = f\left(\frac{H}{T}\right)$.

culaires, employées couramment dans les théories cinétiques de la matière, il put établir une relation mathématique entre le moment magnétique, la température absolue, l'intensité du champ extérieur employé et le moment magnétique maximum de l'état de saturation au zéro absolu. Un corps n'étant pratiquement jamais à saturation, le rapport du moment magnétique de la molécule-gramme, au moment maximum est évidemment toujours inférieur à l'unité ; il ne tend vers l'unité que pour les températures très basses et les champs très forts (1). Sa loi de variation ne peut être explorée actuellement que dans un domaine relativement restreint de températures et d'intensités de champ. La théorie prévoit que des données ainsi recueillies on peut tirer une expression suffisamment exacte du coefficient d'aimantation moléculaire (produit de la susceptibilité massique par la masse moléculaire), en fonction du moment magnétique à saturation absolue et de la température. Comme le produit du coefficient d'aimantation moléculaire par la température (ou constante de Curie) est une donnée expérimentale observable aux températures ordinaires, on peut en déduire la valeur du moment magnétique moléculaire à saturation au zéro absolu (2). La formule de Langevin qui exprime ce calcul est généralement applicable aux gaz et aux solutions paramagnétiques, où les conditions de mobilité des aimants élémentaires sont suffisamment

(1) Soit σ le moment magnétique de la molécule-gramme, et σ_0 ce moment magnétique à saturation absolue, R la constante moléculaire des gaz parfaits. Posons $a = \frac{\sigma_0 H}{RT}$, et représentons par cotha la cotangente hyperbolique de a, cotha $= \frac{e^a - e^{-a}}{e^a + e^{-a}}$.

On a : $\frac{\sigma}{\sigma_0} = \coth a - \frac{1}{a}$.

(2) $\mathcal{M} = \frac{\sigma_0^2}{3RT}$, or $\mathcal{M}T = C_m$; donc : $\sigma_0 = \sqrt{3\,RC_m}$.

Cette formule est applicable au cas des aimants moléculaires rigides et mobiles en tous sens. Si l'on suppose des aimants déformables, le facteur 3 est à remplacer par d'autres plus complexes.

réalisées (1). Il est remarquable notamment que dans les solutions les molécules diamagnétiques du solvant n'aient qu'une influence insensible sur le paramagnétisme du corps dissous.

Mais il reste encore à rendre compte des anomalies observées chez les substances paramagnétiques non dociles à la loi de Curie. Un des grands mérites des perfectionnements apportés par M. Weiss à la théorie de Langevin a été précisément, comme nous le verrons, de modifier la loi et de lui faire exprimer exactement le paramagnétisme des corps ferromagnétiques aux températures supérieures au point de Curie.

Ferromagnétisme. Champ moléculaire.

On l'aura remarqué, la théorie supposait parfaite liberté de mouvement des aimants moléculaires et absence d'actions mutuelles entre eux. Déjà l'auteur de la théorie attirait l'attention sur cette hypothèse simplificatrice, peu en accord sans doute dans bien des cas avec la réalité, et sur l'importance des actions entre molécules.

Pierre Weiss a déterminé un progrès notable en précisant la manière dont on peut en tenir compte, lorsqu'il formula son hypothèse du champ moléculaire (1907). C'était créer la théorie du ferromagnétisme. Les actions mutuelles des aimants élémentaires peuvent être assimilées, dit-il, à l'action d'un champ magnétique spontané de la substance. En première approximation, son intensité serait proportionnelle au moment magnétique total (2).

(1) Les raisonnements placés à la base de la formule de Langevin supposent la continuité des variations d'énergie ; depuis que la théorie des quanta ou de la discontinuité s'est fait jour, divers essais d'adaptation aux idées nouvelles ont été tentés.

(2) Soit H_m l'intensité du champ moléculaire, N une constante, σ le moment magnétique de la molécule-gramme, m la masse moléculaire et D la densité : $H_m = N \frac{D}{m} \sigma$. Plus tard (ANNALES DE PHYSIQUE, 1914, t. I, p.134), P. Weiss modifia sa définition du champ moléculaire pour obvier aux difficultés d'interprétation des actions mutuelles d'aimantation comme de nature magnétique ou électrostatique. S'il est commode, surtout pour l'intuition, de continuer à parler de champ moléculaire magnétique, il est plus rigoureux de

Dans les substances ferromagnétiques les actions mutuelles sont prédominantes et, même sans champ extérieur, elles provoquent une aimantation spontanée. Celle-ci atteindrait le degré de saturation absolue, l'orientation uniforme de tous les aimants élémentaires, n'était leur brassage continuel par la chaleur. Au zéro absolu le champ moléculaire amènerait la saturation sans aucun secours extérieur. A d'autres températures, P. Weiss a pu déduire de sa définition du champ moléculaire et de la relation du moment magnétique, fonction notamment du champ extérieur (supposé nul ici), établie par Langevin, les conditions d'équilibre stable des particules aimantées sous la double influence du champ moléculaire et de la température. Il réussit ainsi à déterminer l'aimantation spontanée des corps ferromagnétiques pour chaque température ; elle diminue au fur et à mesure que la température s'élève. Par l'aimantation spontanée, tant qu'il n'y a pas de champ extérieur, le champ moléculaire provoque simplement, au hasard des discontinuités de la substance, jamais homogène, la formation de groupes plus ou moins grands de molécules, orientés de façon irrégulière et dont, pour cette raison, la résultante des moments magnétiques est nulle. Un champ extérieur oriente ces groupes fortement aimantés ; c'est le ferromagnétisme. Quand il cesse d'agir, l'aimantation spontanée continue à se manifester, au moins partiellement, sous forme de magnétisme rémanent ; c'est l'hystérésis.

Au point de Curie, température propre à chaque substance, le ferromagnétisme fait place au paramagnétisme. Pourquoi ? C'est qu'à cette température il n'y a plus d'aimantation spontanée ; en l'absence de champ extérieur, le champ moléculaire est nul à partir de cette température. Cette considération permit à Weiss de fixer la valeur du champ moléculaire en partant de la constante de Curie et du point de Curie en température absolue (1).

définir ce champ, en vertu de considérations énergétiques, comme la dérivée partielle négative de l'énergie par unité de masse, U, par rapport à son moment magnétique : $H_m = -\frac{\partial U}{\partial \sigma}$.

(1) Soit H_m le champ moléculaire, σ le moment magnétique total,

L'ordre de grandeur du champ moléculaire du fer est de 80 000 000 gauss (1), donc des milliers de fois celui de nos champs les plus forts.

Dès le début l'auteur de la nouvelle théorie pouvait l'étayer de solides arguments.

Il interprétait grâce à elle les propriétés curieuses de la pyrrhotine, ou pyrite magnétique, cristal à deux directions privilégiées d'aimantation : à cause de la structure cristalline, le champ moléculaire n'aurait pas la même intensité dans toutes les directions.

Il corrigeait la deuxième loi de Curie du paramagnétisme, en établissant que pour les ferromagnétiques au-dessus de leur point de Curie le coefficient d'aimantation massique n'était pas inversement proportionnel à la température absolue, mais à l'excès de celle-ci sur le point de Curie (2) : c'était se rapprocher sensiblement des données de l'expérience. Il établissait ainsi la constance d'un produit équivalent à celui qu'exprimait la constante de Curie et l'appelait encore du même nom. La deuxième loi de Curie ainsi généralisée a pu être appliquée aussi à des sels paramagnétiques à l'état solide. Chez plusieurs d'entre eux, en effet, on trouve une constante de Curie, au sens généralisé, en multipliant à chaque température, la susceptibilité moléculaire par la température absolue diminuée d'un certain nombre de degrés correspondant au point de Curie. Ce dernier doit parfois, il est vrai, être choisi négatif : on parle alors d'un point de Curie virtuel.

En 1917 (3), P. Weiss découvrait de frappantes analogies entre les lois du ferromagnétisme et celles de la compressibilité des gaz et des liquides. Ce rapprochement montre que le champ moléculaire est à l'énergie de la substance

N une constante à déterminer, θ la température absolue du point de Curie ; on a : $H_m = N\sigma$, et : $N = \frac{m\theta}{DC_m}$.

(1) *L'hypothèse du champ moléculaire et la propriété ferromagnétique.* P. Weiss, JOURNAL DE PHYSIQUE (1907), p. 688.

(2) Soit T' la température absolue, θ le point de Curie :

$$\mathcal{M}\,(T' - \theta) = C_m.$$

(3) JOURNAL DE PHYSIQUE (1917). *Ferromagnétisme et équations caractéristiques des fluides*, pp. 129-144.

ferromagnétique ce que la pression interne est à l'énergie interne d'un fluide.

L'hypothèse du champ moléculaire permet aussi de rendre compte de ce que la chaleur spécifique des substances ferromagnétiques croît avec la température plus rapidement que celle des autres substances et que, brusquement, au point de Curie, elle diminue beaucoup. C'est que la diminution d'aimantation spontanée absorbe de l'énergie calorifique et que ce travail supplémentaire imposé à la chaleur s'annule quand il n'y a plus d'aimantation spontanée, précisément au point de Curie.

Les recherches expérimentales du savant professeur de Strasbourg, entreprises pour consolider sa théorie en quelques points faibles, le conduisirent à la découverte d'un fait nouveau. L'aimantation d'un corps à champ moléculaire est accompagnée d'échauffement ; inversement sa désaimantation donne lieu à refroidissement. C'est ce que Weiss nomme le phénomène magnéto-calorique. Il put ensuite le déduire très naturellement de son hypothèse fondamentale, et en tirer donc un nouvel argument (1).

La théorie du champ moléculaire fait prévoir qu'une aimantation rapide adiabatique, durant laquelle l'échange de chaleur avec le milieu environnant n'a pas le temps de se produire, provoque une variation de température. Celle-ci est relativement considérable et, pour une température voisine du point de Curie, sensiblement proportionnelle à l'accroissement du carré de l'aimantation. Ce sont des effets de cet ordre de grandeur que fournit l'expérience, au moins pour le nickel, qui seul a pu être étudié jusqu'ici.

Le phénomène peut être rapproché de faits analogues, observés en thermo-dynamique. Une barre de fer se refroidit par traction : la densité diminue, la distance des molécules augmente et cet accroissement d'énergie interne n'est fourni qu'en partie par le travail extérieur de traction ; le reste est emprunté à la réserve d'énergie calorifique. La barre s'échauffe au contraire par compression : une partie de l'énergie potentielle des molécules, perdue dans leur

(1) JOURNAL DE PHYSIQUE ET RADIUM (1921), *Le phénomène magnéto-calorique*, pages 161-182.

rapprochement, se transforme en chaleur. D'une manière semblable on peut parler de la densité en direction des moments magnétiques élémentaires d'une substance. Cette densité est forte lorsque la majorité de ces moments sont dirigés d'un même côté, faible dans le cas contraire. Lorsqu'on produit l'aimantation, les moments se rangent, leur densité en direction augmente, il y a de l'énergie magnétique potentielle transformée en chaleur : la substance s'échauffe, et inversement dans le cas de la désaimantation.

III. Magnétons.

L'hypothèse des aimants élémentaires conduisit à la découverte du minimum de moment magnétique, le magnéton. De même que toute masse est multiple entier d'une masse élémentaire, celle de l'atome, ainsi tout moment magnétique serait multiple d'une unité naturelle, le magnéton.

C'est là une supposition suggérée sans doute par la théorie électronique, mais qui n'en est pas une conséquence nécessaire. Car si l'électron en mouvement est cause ultime du magnétisme, son action dépend de sa vitesse, puisque avec des vitesses différentes il correspond à des courants électriques d'intensités différentes. Elle dépend aussi de l'aire qu'il décrit en tournant (1). Ce n'est que dans l'hypothèse où vitesse et aire ne puissent pas varier d'une manière continue, mais seulement par accroissements discontinus, que le moment magnétique dû à un électron en particulier sera nécessairement multiple du moment mesuré par le produit minimum de l'aire par l'intensité de courant électronique. Ce produit serait l'unité dernière du magnétisme. Mais il faut remarquer que cette unité elle-même ne serait pas nécessairement accessible à nos moyens d'expérimentation, même si ceux-ci nous permettaient d'atteindre la molécule, voire l'atome magnétique. Car dans la molécule, dans l'atome, il peut y avoir plusieurs électrons, et leurs moments magnétiques, orientés peut-être différemment, s'ajouteraient géométriquement, non algébriquement : le moment résultant d'un nombre entier d'aimants égaux

(1) Cfr. p. 510, $M = eSN$.

n'est pas nécessairement multiple exact du moment de chacun d'eux. Ici encore ce n'est que si les orientations mutuelles de ces aimants ne peuvent varier d'une manière continue, mais seulement par multiples discontinus d'angles minimums, que leur moment résultant sera nécessairement divisible sans reste par un sous-multiple de chacun d'eux.

On voit d'après cela l'intérêt théorique des travaux sur l'existence du magnétisme minimum.

On sait que c'est à P. Weiss que revient l'honneur d'avoir publié, en 1911, la théorie du magnéton (1). L'expérience en fournissait déjà de sérieux arguments. Ceux-ci se sont multipliés depuis, mais non point sans qu'il subsiste des difficultés, ni qu'il en ait surgi de nouvelles.

Toutes les déterminations relatives au magnéton s'appuient sur le concept fondamental de l'aimantation à saturation au zéro absolu. Elle est, on s'en souvient, définie par le parallélisme rigoureux de tous les aimants élémentaires d'une substance magnétique.

Le magnéton, s'il existe, doit évidemment être un sous-multiple commun aux moments magnétiques de toutes les substances supposées à l'état de saturation absolue. Nous avons d'ailleurs rappelé plus haut comment les théories de Langevin et de Weiss fournissent un moyen de calculer le moment magnétique à saturation en partant de mesures faites aux températures plus accessibles que le zéro absolu. Tous les résultats, favorables à l'hypothèse des magnétons, auxquels mèneront ces mesures et ces calculs, peuvent donc être considérés comme autant de fruits de ces théories fécondes.

C'est en se rapprochant de la température extrême du zéro absolu, en déterminant les moments magnétiques du fer et du nickel, à 20° absolus, dans l'hydrogène liquide, que Kamerlingh Onnes et P. Weiss posèrent en 1910 les bases expérimentales les plus solides de la théorie nouvelle. Ils trouvèrent pour moments atomiques du fer et du nickel, respectivement 12 360 et 3 370, soit 11 × 1123,6 et

(1) Voir, par exemple, JOURNAL DE PHYSIQUE (1911), pages 900 et 965.

$3 \times 1123,3$. D'où P. Weiss déduisit la valeur du magnéton-gramme, partie aliquote commune $= 1123,5$. En divisant par le nombre d'Avogadro : $6,8 \times 10^{23}$, des molécules dans la molécule-gramme, il définissait le magnéton lui-même : $16,5 \times 10^{-22}$. C'était, disait-il, le moment du petit aimant élémentaire contenu 11 fois dans l'atome de fer et 3 fois dans l'atome de nickel.

Des mesures faites, en 1910-1912, sur des alliages, ou solutions solides, magnétiques, ferro-cobalts, nickel-cobalts, ferro-nickels, à une température suffisamment basse, dans l'air liquide, donnèrent, par application de la loi de Wiedemann (addition des propriétés magnétiques du corps dissous et du solvant), 9 magnétons pour l'atome de cobalt pur, 3 magnétons pour l'atome de nickel pur, et pour l'atome de fer 10 magnétons, suivant que le nombre était déduit des ferro-cobalts ou des ferro-nickels. On découvrit en même temps deux combinaisons chimiques définies, Fe^2Ni et Fe^2Co, la première à 30 magnétons par molécule, la seconde à 36 magnétons (1)

A des températures supérieures à leur point de Curie, les ferro-magnétiques, devenus paramagnétiques, suivent la seconde loi de Curie, généralisée par Weiss ; mais dans des intervalles différents de température on leur trouve des constantes de Curie, au sens généralisé, inégales. De celles-ci on déduit des moments magnétiques à saturation absolue correspondant à divers nombres entiers de magnétons. P. Weiss interprète ces différences par des constitutions moléculaires caractéristiques de chacun des intervalles de température ainsi différenciés

Récemment Kopp (2), mesurant le paramagnétisme du

(1) Le ferro-cobalt Fe^2Co est le corps le plus ferromagnétique actuellement connu. Il sert à la construction d'électro-aimants de laboratoire très puissants. Avec moins de 1 kilogr. de ferro-cobalt comme pièces polaires, P. Weiss a atteint 55 170 gauss dans des conditions où des pièces polaires en fer ne donnaient que 52 580 gauss. Il obtenait une même intensité de champ, sans ferro-cobalt en dépensant 22 kilowatts, avec les pointes polaires en ferro-cobalt en dépensant le quart de cette puissance, soit 5,5 kilowatts seulement (REVUE GÉN. DES SCIENCES, 1914, p. 14).

(2) P. WEISS, *Les expériences de Théodoridès et de Kopp et le magnéton*, ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES, Genève (1920), pages 417-418.

platine et du palladium, trouva qu'ils semblaient ne pas suivre la seconde loi de Curie ; mais en corrigeant les mesures de l'influence du diamagnétisme, relativement considérable ici, il put rétablir l'accord avec la loi, et fixer à 8 le nombre de magnétons des atomes de ces métaux, entre 15° et 400° ; il trouva 9 magnétons pour l'atome de platine, entre 600° et 1000° (1).

Les sels solides ont fait l'objet de nombreux travaux ; mais on ne s'accorde pas entièrement, ni sur les résultats expérimentaux, ni sur leur application théorique. Avant 1913 Mlle Feytis, étudiant ces substances leur appliquait la formule de Langevin(2), avec une constante de Curie déduite de la susceptibilité observée à une seule température ; elle trouvait l'hypothèse des magnétons vérifiée d'une manière satisfaisante. Mais cette détermination simple de la constante de Curie suppose qu'il n'y a pas action mutuelle entre les molécules ; et comment admettre que les sels cristallins réalisent cette condition ? P. Weiss put démontrer que dans beaucoup de cas l'effet des actions mutuelles se compense et s'élimine dans le calcul ; toutefois cette explication encore ne paraissait pas convenir ici. Il suggéra alors d'examiner les sels paramagnétiques de la même manière que les ferromagnétiques, au-dessus de leur point de Curie, et de déterminer leur constante de Curie en cherchant, par des observations à différentes températures, la forme généralisée de la seconde loi de Curie qui leur convient (3). Théodoridès découvrit ainsi de nombreuses vérifications de l'existence des magnétons, notamment dans les chlorures et les sulfates solides de métaux ferromagnétiques. Il lui avait fallu corriger les mesures du diamagnétisme, au moins des atomes non métalliques, celui des métaux étant ici négligeable ; et pour les sulfates, il avait abouti en déterminant des points de Curie négatifs ou virtuels, en dessous du zéro absolu (4). Toutefois, trois sels de manganèse fournissent des résultats en désaccord avec la théorie.

(1) P. Weiss, *Le magnétisme et la constitution des atomes.* REVUE SCIENTIFIQUE (novembre 1920), pages 645-659.

(1) Voir p. 513, note (2).

(2) Voir p. 516, note (2).

(4) P. Weiss. *Les expériences de Théodoridès et de Kopp et le*

Dans les solutions paramagnétiques les actions mutuelles semblent négligeables, ce qui permettrait de déduire leur constante de Curie de leur susceptibilité à une température quelconque et d'employer la formule de Langevin pour calculer leur coefficient d'aimantation à saturation absolue. Mais ici se présentent de nombreuses complications. Tous les corps en solution ne suivent pas la loi de Wiedemann ; il y aurait des molécules et des ions magnétiques de plusieurs espèces. Le nombre entier de magnétons n'apparaît que pour les concentrations limites, c'est-à-dire très fortes ou très faibles. Ainsi pour le chlorure de fer extrêmement dilué on trouve 27 magnétons ; à grande concentration on lui trouve 29 magnétons. Dans le premier cas le nombre correspondrait à l'ion métallique ; dans le second, à la molécule non dissociée.

La théorie du magnéton peut servir à l'analyse des phénomènes chimiques et en particulier à la connaissance des solutions, par exemple quand il s'agit de déterminer la nature des molécules et des ions ; mais l'accord n'existe pas sur la manière dont elle doit être appliquée. Cabrera admet l'existence du magnéton. « Dans les éléments dont la susceptibilité magnétique a été mesurée avec précision, dit-il, seul le manganèse semble avoir un nombre fractionnaire de magnétons, sans qu'il existe une explication de cette anomalie. Tous les autres cations donnent un nombre entier, soit directement soit en procédant à des extrapolations parfaitement justifiées » (1).

Toutefois il ne trouve pas justifiée l'hypothèse de Weiss supposant que partout, même dans les complexes, les valeurs du moment magnétique d'un même atome doivent toujours être multiples du magnéton. Il admettrait que dans les molécules ou dans les ions complexes les orbites électroniques peuvent ne pas se trouver sur des plans parallèles et que leurs moments ne s'ajoutent plus arithmétiquement

magnéton. ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES Genève, (1920), pages 417-418.

Ph. Théodoridès, *Les composés paramagnétiques anhydres à l'état solide et le magnéton*. JOURNAL DE PHYSIQUE ET RADIUM (1922), pages 1-19.

(1) Cabrera, *Magnéto-Chimie*. JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE, Genève (1918), p. 478.

Les substances paramagnétiques à l'état gazeux, offrent un intérêt prépondérant pour la vérification de la théorie du magnéton. Dans cet état, en effet, les aimants élémentaires n'éprouvent pas les effets magnéto-cristallins, comme dans les solides, ni même ceux du champ moléculaire moins intenses, comme dans les liquides, et on sait au juste quelles molécules composent la masse. On ne connaît que peu de gaz paramagnétiques, l'oxygène (et donc aussi l'air), l'oxyde azotique, et l'azote. Ce dernier n'a pu être obtenu assez pur et assez stable pour permettre des mesures précises. Par contre, l'oxygène et l'oxyde azotique ont été observés d'après diverses méthodes et par plusieurs expérimentateurs. Bauer et Piccard (1) en multipliant les précautions pour éliminer toute cause d'erreur, sont arrivés à des nombres concordant assez bien avec ceux d'autres observations précises antérieures. Ces résultats sont inconciliables jusqu'à présent avec l'hypothèse du magnéton. La molécule d'oxygène contiendrait : 14,16 magnétons, et celle de l'oxyde azotique 9,20. La différence avec un nombre entier ne semble pas imputable à des erreurs d'expérience. Elle ne s'explique pas davantage lorsqu'on admet que les molécules sont déformables, au lieu de les supposer rigides. La théorie des quanta, du moins sous les formes adoptées jusqu'ici, est également impuissante à l'interpréter. Il faut remarquer toutefois que, pour l'oxygène, Také Soné (2), en s'appliquant surtout à observer le gaz à un état très pur, a trouvé une susceptibilité dont on déduit le nombre 13,89 de magnétons par molécule. La différence avec le nombre entier est, cette fois encore, trop grande, mais par défaut.

L'étude minutieuse des gaz paramagnétiques, au lieu d'apporter la confirmation qu'on pourrait espérer, soulève donc de réelles difficultés contre l'hypothèse des magnétons.

Une question nouvelle surgit du rapprochement de cette hypothèse avec celle de la st ucture atomique d'après Bohr. D'après cette dernière, les seules orbites sur lesquelles un électron puisse circuler d'une manière stable ont des

(1) *Les coefficients d'aimantation des gaz paramagnétiques et la théorie du magnéton.* JOURNAL DE PHYSIQUE (1920), pages 97-122.
(2) PHILOSOPHICAL MAGAZINE (1920), t. 39, pages 279-281.

dimensions déterminées par la théorie des quanta (1). D'après cela, le moment magnétique de la molécule doit être multiple exact d'un nombre valant environ cinq fois le magnéton de Weiss (2). Ce qu'on peut appeler le magnéton de Bohr serait donc environ cinq fois plus considérable que celui de Weiss ; pourquoi ne sont-ils pas identiques (3) ?

IV. Preuves mécaniques des courants moléculaires.

L'électron n'a pas seulement une charge électrique, par laquelle en se déplaçant il constitue le courant et produit des effets électromagnétiques ; il possède aussi une masse inerte, grâce à laquelle l'aimant qu'il forme en gravitant équivaut à un gyroscope. On a pu naguère démontrer expérimentalement l'existence des courants électroniques moléculaires par l'observation de leurs effets mécaniques.

Un corps en rotation rapide sur lui-même, par exemple une toupie, possède la paradoxale propriété qu'on appelle l'effet gyroscopique. Lorsqu'un couple de forces extérieures, égales, parallèles et de signe contraire, tend à dévier son axe de rotation, à faire tourner cet axe dans le plan du couple, autour de l'axe du couple, perpendiculaire à ce plan (par exemple le poids de la toupie et la réaction du sol sur sa pointe, tendant à la faire tomber), l'axe du gyroscope ne suit pas l'impulsion du couple dans son plan, mais dans la direction perpendiculaire (la toupie ne tombe pas, mais décrit un cône de précession), l'axe du gyroscope tend à prendre une orientation parallèle à l'axe du couple, et telle que la rotation du corps suive le sens des forces du couple : c'est la *tendance au parallélisme* de l'axe du gyroscope avec l'axe du couple extérieur Si l'axe du couple se maintient et si le gyroscope est parfaitement libre de s'orienter, les deux axes seront finalement parallèles et de même sens (4).

(1) Voyez Revue des questions scientifiques, octobre 1920, page 386.

(2) $93.10^{-22} = 5 \times 18{,}6.10^{-22}$. Le magnéton de Weiss vaut $16{,}5.10^{-22}$.

(3) Voyez Pauli, Physikalische Zeitschrift (1920), page 615.

(4) Le couple de la pesanteur appliqué à la toupie change de plan avec le mouvement de précession ; il y a tendance au parallélisme des axes, sans que celui-ci puisse s'établir.

Maxwell avait essayé de démontrer par là des effets mécaniques des courants particulaires dans un électro-aimant (1).

Un solénoïde, à noyau de fer horizontal, était mobile autour d'un axe transverse également horizontal, à l'intérieur d'une bague tournant autour du diamètre vertical. L'axe de rotation des courants particulaires du solénoïde était donc horizontal ; lorsque, par l'intermédiaire de la bague, on faisait tourner l'électro-aimant autour de la verticale, son axe magnétique devait tendre à se rapprocher de la verticale. Mais l'expérience donna un résultat négatif (2)

Un physicien américain, Barnett (3), fut plus heureux. Il réussit à aimanter des barres d'acier, de cobalt et de nickel, et d'alliages magnétisables, simplement en les faisant tourner rapidement.

Dans la barre à l'état non aimanté les petits gyroscopes que constituent les courants particulaires sont orientés au hasard et leurs moments magnétiques se compensent. Vient-on à tourner rapidement la barre, ils tendent, par l'effet gyroscopique, à se placer parallèlement à cet axe et leurs moments magnétiques s'ajouteront dans cette direction : ainsi le métal s'aimante par simple rotation.

Barnett put soumettre le phénomène à des calculs et à des mesures assez simples. En effet, les gyroscopes élémentaires ne sont pas libres, le milieu réagit contre leur tendance au parallélisme. Il y surgit des forces équivalant à un couple antagoniste de torsion contraire au couple de rotation de la barre. Sous l'influence de ces diverses sollicitations, les petits gyroscopes en équilibre dynamique restent inclinés sur l'axe de la barre. L'angle du cône circulaire que décrit leur axe permet d'exprimer la grandeur du couple antago-

(1) J. Clerk Maxwell. *Traité d'électricité et de magnétisme.* Traduit de l'anglais sur la 2e édition par G. Séligmann-Lui (1889), t. II, pages 252-254.

(2) W. J. de Haas et G. L. de Haas-Lorentz ont démontré que l'effet à prévoir était trop minime pour qu'on pût l'observer. *An experiment of Maxwell and Ampère's molecular currents.* PROCEEDINGS OF THE SECTION OF SCIENCES. KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. 1917, pages 245-255.

(3) SCIENCE, 27 septembre 1918, pages 203-309.

niste de torsion. Cette même grandeur peut être exprimée d'une autre manière. La réaction du milieu, qu'elle représente, équivaut aussi à un champ magnétique antagoniste de celui qui se crée par l'orientation des aimants élémentaires. En égalant entre elles ces deux expressions des effets du milieu, on trouve une relation numérique entre le champ magnétique produit par rotation de la barre, le nombre de tours par seconde, la charge et la masse électroniques (1). Ces dernières étant connues, il suffisait à Barnett de mesurer exactement le nombre de tours de la barre (20, 30, 45 environ) et l'intensité du champ produit. Les résultats démontrèrent, au moins par leur ordre de grandeur, l'existence des courants moléculaires d'Ampère et que l'électricité y est surtout négative (2).

Peu de temps après que le physicien américain eut réussi à aimanter des métaux par rotation, Einstein et de Haas parvinrent inversement à les faire tourner par aimantation (3).

Qu'on se rappelle le théorème mécanique des *moments cinétiques*. Le moment cinétique d'un point matériel par rapport à un axe fixe est le produit de la projection de la quantité de mouvement du point sur un plan perpendiculaire à l'axe (masse multipliée par la projection de la vitesse

(1) Soit H l'intensité du champ, N le nombre de tours, m la masse et e la charge électroniques; on aurait, si les électrons négatifs intervenaient seuls : $\frac{H}{N} = 4\pi \frac{m}{e} = -7{,}1 \times 10^{-7}$ (U.C.G.S.E.M.). S'il fallait tenir compte des électrons positifs, le nombre serait plus petit en valeur absolue.

(2) D'abord on avait obtenu, avec une erreur probable de 12 % : $\frac{H}{N} = -3{,}1 \times 10^{-7}$, pour l'acier. Dans des expériences plus précises on obtint, pour l'acier, le cobalt et le nickel, des résultats assez concordants, assignant la valeur moyenne : $\frac{H}{N} = -6 \times 10^{-7}$. Le signe *moins* démontre que le moment magnétique est de sens contraire au vecteur axial de rotation de la barre ; ce sont donc surtout les électrons négatifs qui causent le magnétisme.

(3) A. Einstein et W. J. de Haas, *Experimental proof of the existence of Ampère's molecular currents*. PROCEEDINGS OF THE SECTION OF SCIENCES. KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. 1916, pages 696-711.

du point sur ce plan) par la distance qui sépare cette projection de l'axe. Le théorème affirme que ce moment cinétique est constant si le point n'est soumis à aucune force extérieure, ou seulement à des forces parallèles à l'axe fixe. Le théorème s'étend à un système de points matériels, le moment cinétique du système étant par définition la somme des moments cinétiques de ses points.

Si les électrons ont une masse inerte, ils possèdent un moment cinétique par rapport à l'axe autour duquel ils tournent. Dans un cylindre de fer doux on peut considérer la somme des projections de ces moments élémentaires sur l'axe du cylindre : c'est le moment cinétique résultant des électrons par rapport à l'axe du cylindre. Aimante-t-on le cylindre parallèlement à l'axe, les aimants élémentaires s'orientent ; la projection sur l'axe des moments cinétiques des électrons, c'est-à-dire leur moment cinétique résultant, grandit. Mais les forces magnétiques mises en jeu équivalent à des forces mécaniques parallèles à l'axe du cylindre. Le théorème des moments s'applique donc. Si le cylindre est libre, un moment cinétique en sens inverse doit compenser l'accroissement intérieur du moment électronique résultant ; si le cylindre est suspendu à un fil de torsion, il prendra une position d'équilibre nouvelle tant que durera l'aimantation.

Einstein et de Haas firent leurs expériences sur des cylindres de fer doux suspendus à un fil de torsion suivant l'axe d'un solénoïde placé verticalement.

La déviation simple du cylindre par aimantation eût échappé à l'observation. Ils utilisèrent la méthode de résonnance pour provoquer la déviation avec rythme et additionner les effets des impulsions successives. Ainsi un effort minime imprimé à intervalles réguliers à une escarpolette l'entraîne à un mouvement de grande amplitude. Les expérimentateurs choisirent un fil de suspension et des dimensions du cylindre tels que la période d'oscillation en dehors du champ magnétique coïncidât le plus exactement possible avec la période du courant alternatif qu'ils dirigeaient dans le solénoïde. A chaque renversement du champ inducteur le cylindre devait ainsi recevoir une impulsion dont l'influence s'ajouterait aux précédentes. Les oscillations s'obser-

vaient au déplacement du spot lumineux qu'un petit miroir collé au cylindre projetait sur une échelle à 45 cm. de là. En employant des champs d'environ 50 gauss et un cylindre de 7 cm. de long et de 1,7 mm. de diamètre, on obtenait une double déviation du spot de 4,5 mm. Avec un champ de 260 gauss et un cylindre de 16 cm. de long et de 1,7 cm. de diamètre, on observa sur une échelle distante de 145 cm. jusqu'à des déviations doubles de 1,85 cm. Le calcul théorique permettait de déduire la mesure du rapport de la masse de l'électron à sa charge (U.E.M.) multiplié par deux, soit $1.13.10^{-7}$. On trouva en réalité : $1,1.10^{-7}$.

D'autres chercheurs ont reproduit les expériences, dans le but d'appliquer cette méthode à la mesure du rapport ($m : e$) caractéristique de l'électron. Beck (1) aboutit à un résultat inférieur de 47 °/o, pour le fer, et de 43 °/o pour le nickel, à celui d'Einstein et de Haas. Arvidsson (2) obtint au contraire une valeur environ double pour l'acier et le fer doux. Stewart serait arrivé à une constatation semblable (3).

De ces résultats il est permis de conclure avec certitude tout au moins que l'aimantation est réellement due à des courants moléculaires, et que ce sont les électrons négatifs qui y jouent le rôle prépondérant.

V. Le magnétisme élémentaire étudié aux rayons X.

Qu'est-ce au juste qui constitue l'aimant élémentaire ? La molécule, ou l'atome, ou l'électron atomique ? Des physiciens américains appliquent à élucider cette question dans les cristaux ferromagnétiques l'emploi des rayons X.

On sait comment l'analyse de la structure cristalline peut se faire à l'aide de la diffraction de ces rayons, et comment des diagrammes de taches symétriques qu'un faisceau trace sur une plaque photographique après avoir traversé une certaine épaisseur d'un cristal (méthode de Laue), ou de la forme des spectres en lesquels il se décompose en se « réflé-

(1) Physikalische Zeitschrift. 1919, p. 490.
(2) Ibid., 1920, page 88.
(3) Physical Review 1918, february (d'après Arvidsson).

chissant » sur une face cristalline (méthode de Bragg), on peut déduire la disposition des molécules et même des atomes (1). Si les molécules ou les atomes sont les aimants élémentaires d'un cristal ferromagnétique, l'aimantation de celui-ci, en modifiant leur orientation, devrait se trahir dans la diffraction des rayons X.

En 1915, K. T. Compton et E. A. Trousdale ont constaté que les taches des diagrammes de Laue obtenues avec des cristaux ferromagnétiques ne se déplacent pas par l'aimantation. C'est donc que l'aimant élémentaire n'est pas la molécule, ni aucun groupe d'atomes, mais soit l'atome lui-même, soit un de ses constituants.

A. H. Compton et O. Rognley (2) ont essayé de découvrir une variation d'intensité des rayons X réfléchis par un cristal de magnétite lorsqu'il est aimanté soit perpendiculairement, soit parallèlement à la face réfléchissante. En effet, lorsqu'on suppose que l'aimant élémentaire de la magnétite est l'atome de fer et qu'on conçoit celui-ci d'après le modèle atomique de Rutherford, la théorie fait prévoir, qu'orienté perpendiculairement à la face réfléchissante, il augmentera l'intensité du faisceau réfléchi ; si au contraire l'aimantation le range parallèlement à la face cristalline, le faisceau réfléchi sera moins intense. Le dispositif adopté permettait de découvrir à coup sûr une variation d'intensité de 1 pour 100. Cette sensibilité suffisait amplement pour vérifier la théorie. Or, jamais les expérimentateurs ne purent observer de variation. Ils en conclurent que seules quatre hypothèses restent admissibles. Ou bien quelques atomes seulement, dans le grand nombre, changent d'orientation ; ou bien dans chaque atome quelques électrons seulement orientent leurs orbites sous l'action du champ indépendamment de l'atome; ou bien c'est le noyau positif qui est l'aimant élémentaire ; ou bien c'est l'électron. De ces quatre hypothèses, Compton et Rognley réfutent les deux premières ; les deux autres

(1) Voyez J. De Smedt. *Les rayons X et la structure cristalline*. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1920, pages 378-406.

(2) PHYSICAL REVIEW (1920), pages 464-476.

s'accordent également avec leurs observations ; mais ils inclinent vers la dernière.

La théorie généralement en faveur aujourd'hui est bien celle de l'électron, dernier corpuscule magnétique.

H. Dopp.

II

PRODUCTIONS COLONIALES

La littérature relative aux productions coloniales s'est, depuis l'armistice, fortement étendue, peut-être en raison même de la crise que ces productions ont traversée pendant et après la Grande Guerre. Il ne serait pas possible de passer en revue ici tous les livres récents, traitant des productions coloniales, soit produits de cueillette, soit produits de culture. Nous nous bornerons à ceux qui, tout en étant de genres différents, ont cependant la même ambition, celle de démontrer la nécessité impérieuse d'une étude plus suivie, plus scientifique, des produits coloniaux et même de leur production.

Récemment encore, à l'occasion de l'inauguration du Musée commercial congolais, formé à Anvers, par l'Association des planteurs, on faisait une fois de plus ressortir toute l'importance, pour l'avenir économique de notre patrie, d'une mise en valeur plus décidée de notre colonie. Ceux qui voudraient réellement viser à une telle mise en valeur, feront bien de lire l'ouvrage consacré à l'Ouest africain français, par M. H. Cosnier (1).

Si elles ne peuvent rallier les suffrages de tous les coloniaux, les considérations de M. Cosnier en matière adminis-

(1) *L'Ouest africain français. Ses ressources agricoles. Son organisation économique.* Un vol. in-8°, 253 pp., 28 photos et cartes. — Paris, E. Larose, 11, rue Victor Cousin.

trative, comme en matière politique et sociale, sont cependant dignes de susciter une discussion attentive et fructueuse. Car telle réforme qu'il paraît impossible de réaliser aujourd'hui, pourrait s'imposer demain comme une mesure de première nécessité. D'autre part, bien des lacunes que M. Cosnier relève dans l'organisation des colonies de l'Ouest africain français, se retrouvent au Congo belge. C'est dans toute l'Afrique tropicale, par exemple, que l'on réclame un service médical plus intensif.

Nous voyons avec plaisir M. Cosnier défendre, avec ardeur, dans son livre, l'enseignement agricole pour les noirs. Que de fois n'avons-nous pas, nous-même, insisté sur la très grande importance de la fixation de l'indigène au sol par l'unique moyen de l'agriculture ! Malheureusement, trop souvent encore dans les colonies africaines, l'école offre principalement aux indigènes des connaissances qui finiront par en faire des déracinés. Ils auront tôt fait d'oublier leurs arts et leurs industries primitives que l'on veut, à grand tort, remplacer par nos arts appliqués modernes.

Comme le dit M. Cosnier, le commerce français — et nous ajoutons le commerce belge — n'a porté en général qu'une faible attention aux produits agricoles et forestiers des colonies africaines « si ce n'est en vue du bénéfice immédiat qu'il pensait en tirer ». Aussi a-t-il pu difficilement soutenir la concurrence étrangère : « Allemands et Anglais, avant la guerre ; Anglais et Américains aujourd'hui prennent la première place ! » Certes, cela a été dit plus d'une fois depuis la guerre, mais que de fois faudrait-il encore le répéter pour que les commerçants essaient de réagir contre cet état de choses qu'il serait urgent de voir cesser !

Nous ne suivrons pas M. Cosnier dans son exposé ; il y passe en revue tous les domaines coloniaux.

Il s'attaque à l'État qui n'aurait pas bien favorisé la colonisation agricole par une préparation technique appropriée. Pour M. Cosnier, comme pour beaucoup d'autres dont les avis sont malheureusement restés lettre morte : « Seuls des services techniques stables et fortement organisés, pourront assister le pouvoir dans le redressement de cette situation », et : « Seuls, des colons pourront introduire la culture intensive » de la plupart des produits.

Nous sommes du même avis, encore qu'il soit nécessaire pour attirer les colons, que les techniciens gouvernementaux aient terminé les premières expériences ; sans cela, les colons n'auront pas confiance, et les capitaux continueront, hélas ! à manquer pour toutes les entreprises d'Afrique tropicale.

« Notre politique agraire, dit M Cosnier, jusqu'ici n'a su admettre que le producteur indigène et trouve suffisants son expérience de la culture et ses moyens d'action. La technique moderne, la colonisation européenne n'ont été considérées que comme choses inutiles et gênantes. »

A notre avis, il faudra encore admettre le producteur indigène et cela presque exclusivement, mais ce sera la tâche d'un service agricole stable et compétent de faire utiliser par les noirs tous les perfectionnements de la technique moderne, dont les conditions locales permettent l'emploi. Il ne faut rien changer brusquement, mais étudier les améliorations possibles des procédés de culture, de façon à éviter des échecs, nuisibles, non seulement à l'avenir économique de la région, mais à la situation relative de l'indigène et du blanc.

M. Cosnier passe successivement en revue dans son livre : caoutchouc, huile de palme et palmistes, arachides, karite, coton, kapok, sisal, chanvre de guinée, laine, matières tannantes, céréales, tubercules, fruits, viande et peaux. Nous ne relèverons pas toutes les indications judicieuses de l'auteur au sujet de ces produits ; mais nous aurons l'occasion de reprendre plus loin certaines assertions de M. Cosnier que nous partageons en tous points (1).

Mais nous voulons attirer très spécialement l'attention sur la deuxième partie du livre, dont nous ne pourrons d'ailleurs donner qu'une faible idée, car il faut la lire avec soin et la relire encore. L'auteur y étudie les méthodes de production, signalant les défauts des méthodes indigènes. Il démontre, sans grandes difficultés d'ailleurs, qu'en général les procédés de culture indigène conduisent à la stérilisation des terres et que cette culture laisse donc le désert

(1) Voir plus loin notre appréciation des volumes consacrés par M. Yves Henry et ses collaborateurs aux matières premières africaines, et par M. le Dr O. de Vries au caoutchouc de plantation.

derrière elle. Souvent, hélas ! les procédés utilisés par le blanc, qui se basent sur le principe du rendement immédiat, sont tout aussi néfastes. Aussi, qu'il nous soit permis d'insister sur un paragraphe dans lequel notre auteur fait voir que « l'indigène dilapide sans aucun souci de l'avenir, et à son détriment, des capitaux naturels d'une valeur considérable ». Si au moins l'indigène était seul à ce faire, peut-être pourrait-on sans trop de peine arrêter les dégâts, mais les méthodes désastreuses du noir ont été employées avec un raffinement moderne par le blanc, et ce n'est pas seulement la Vallée du Sénégal qui a vu partir en fumée des millions représentés par d'immenses futaies d'*Acacia arabica*, fournissant du tanin et un bois de première qualité.

Que nous voudrions voir les gouvernements et tous les coloniaux méditer très sérieusement cette autre phrase, dont nous avons souvent nous-même exprimé l'idée contre laquelle des auteurs, intéressés ou peu avertis, s'opposent avec entrain ! « Le danger le plus grand réside actuellement dans le déboisement rapide des massifs montagneux du Fouta et la disparition progressive de toutes les surfaces boisées de la zone sénégambienne et sahélienne... On peut, sans exagération, le qualifier de danger public. »

Et l'auteur ajoute — ce que tous ceux qui s'intéressent à l'avenir des colonies ont dit et répété — : « L'État devra donc sous peu — (nous dirions immédiatement) — envisager les moyens de rétablir une situation qu'il a laissé aussi bénévolement altérer. Il va falloir créer des réserves forestières dans les régions montagneuses où naissent les grands fleuves, à proximité des grandes villes pour l'alimentation en eau et près des plantations européennes qui utilisent les sources pour l'irrigation ; soustraire effectivement au feu et à la hache les peuplements d'essences productives des produits d'exportation ». C'est pourquoi nous avons dit ailleurs que l'État, usufruitier des domaines forestiers, ne devrait accorder des concessions forestières qu'avec une très grande parcimonie et en formulant toujours des restrictions bien précises.

Entrer ici dans l'exposé des doctrines exposées par l'auteur à propos de l'organisation de la production, nous en-

traînerait fort loin, car il y a de nombreuses matières à discussion, telle par exemple l'épineuse question de la propriété indigène, des terres sans maîtres, qui a fait couler des flots d'encre et ne pourra, sans aucun doute, se résoudre par un court texte de loi.

Mais, pensons-nous, la plupart des coloniaux seront d'accord avec l'auteur lorsqu'il préconise vigoureusement l'éducation agricole de l'indigène et qu'il la considère « comme indispensable à la réalisation du plus élémentaire progrès en agriculture ».

A ce propos, les considérations émises sur l'éducation de l'indigène, sur l'enseignement technique, sur les expérimentations et améliorations agricoles devront être lues. Il faut que partout l'on crée (1) des stations spéciales pour les divers produits tropicaux et que ces stations restent en contact avec les spécialistes de la métropole ; ils pourront tenir la colonie entière au courant des résultats obtenus dans les diverses stations par l'expérimentation scientifique.

On le voit par ce rapide aperçu, le livre de M. Cosnier a condensé un grand nombre de données, qui, peut-être, ne présentent pas toujours des aspects entièrement neufs, mais cependant méritent d'être reprises, puisqu'elles sont encore insuffisamment connues. Nous terminerons en rappelant la fin des conclusions de notre auteur, car elles ne sont pas seulement à leur place pour les colonies françaises de l'Ouest africain, mais s'appliquent, on ne peut mieux, à notre colonie congolaise.

« Je dis à nos industriels, à nos commerçants, à nos dirigeants : ne vous bourrez pas d'espoirs chimériques en croyant que notre domaine colonial va vous aider de lui-même et à très bref délai. Ce domaine peut donner à notre pays une puissance économique de premier ordre et nous assurer des réalisations considérables, les unes proches, les autres éloignées. Mais nous n'en tirerons rien de plus que ce qu'il nous donne aujourd'hui, si nous ne lui fournissons pas les moyens financiers et si, comme contre-partie, nous n'im-

(1) Nous l'avons dit depuis des années, soutenant sur ce point des collègues et des amis, en particulier Aug. Chevalier, Perrot.

posons pas à notre administration coloniale les méthodes modernes de travail ».

Souhaitons que la voix de M. Cosnier soit entendue, que ses conseils soient suivis non seulement en France, mais aussi chez nous !

M. Cosnier est, nous l'avons dit, partisan du développement des services agricoles dans les colonies et de celui de l'enseignement agricole indigène. Ce sont, somme toute, les mêmes principes que défendent M. Y. Henry, dans le livre (1) auquel nous avons fait allusion plus haut, et M. Roume qui a bien voulu se charger d'écrire pour ce livre une préface de grand intérêt.

C'est, dit M. Roume, au Ministère des Colonies qu'il appartient d'y tenir la main et de donner avec toute l'autorité nécessaire, l'impulsion vigoureuse qui mettra enfin le développement agricole en même temps que l'enseignement indigène au premier plan de l'activité coloniale.

Il faut tenir compte du « mea culpa » qu'inscrit en fin de son introduction M. Y. Henry et qui pourrait devenir nôtre : « D'avoir maintenu les organes techniques et leur personnel dans une situation matérielle et morale très inférieure, de leur avoir refusé les moyens de faire œuvre suffisante et continue, on se trouve, après un quart de siècle, dans un dénûment presque complet d'expériences et de traditions qui permettent d'asseoir sur des bases solides cette politique nouvelle, laquelle n'a peut-être pas le prestige de la politique tout court, mais est autrement humaine et féconde ».

En Belgique nous devrions avouer de plus que nous n'avons pas suffisamment préparé ceux qui se destinaient à développer outre-mer notre commerce et notre industrie.

Les auteurs de *Matières premieres africaines*, étudient successivement : Caoutchouc (Y. Henry) ; coton (Y. Henry); sisal et chanvre (Y. Henry) ; kapok (Honard) ; laine (Y. Henry); palmier et huile (Y. Henry) et matières grasses secondaires ; karite (Honard); arachide (Adam).

(1) Y. Henry, *Matières premières africaines*. Tome I. Un vol. in-8°, 508 pp., 35 fig., 53 photos, 8 cartes. — Paris, Ed. Larose, rue Victor Cousin, 11.

Nous n'analyserons pas ces divers chapitres, tous copieusement documentés ; leurs auteurs sont d'ailleurs spécialisés dans les matières traitées, sur lesquelles ils ont eu l'occasion d'écrire d'autres mémoires. Nous insisterons un instant seulement sur le premier d'entre eux : *Caoutchouc*, car nous y lisons dans un paragraphe au sous-titre : « Caoutchouc de cueillette. — Caoutchouc de plantation » : « Le caoutchouc de cueillette de l'Afrique tropicale restera, à la condition que les pouvoirs publics s'en préoccupent, un facteur de la production mondiale. L'Hévéa de plantation se montre à la terre d'Afrique un producteur remarquable, digne de retenir l'attention de nos capitaux, au même titre que l'Hévéa asiatique ».

Nous avons été des plus heureux de voir exprimer nettement cette thèse, que nous avons depuis des années essayé de défendre ! Que de fois n'avons-nous pas préconisé l'amélioration des caoutchoucs africains, déjà avant que M. Van Pelt, et l'Institut colonial de Marseille aient songé à faire en grand des expériences à ce sujet ! Mais que de fois on nous a répondu que les procédés de purification du caoutchouc brut par un lavage étaient des procédés de laboratoire inutilisables en Afrique !

Dans son livre, M. Cosnier faisait aussi allusion à la valeur du coutchouc africain, duquel M. Baillaud a pu dire récemment (1) que « si les prévisions de M. Girard se réalisent, elles donnent un singulier intérêt à nos caoutchoucs sauvages africains, et que l'étude de l'amélioration de leur production, dont se préoccupe notre Institut (Marseille), ne doit pas être abandonnée ». Ce qui revient toujours au même point, l'étude de plus en plus précise du produit et des conditions de son obtention.

C'est pour démontrer la même nécessité que M. le D. O. de Vries, directeur de la Station centrale du caoutchouc à Buitenzorg (Java), a été amené à publier son livre *Estate Rubber* (2).

(1) Dans une étude du BULLETIN ÉCONOMIQUE ET FINANCIER DU SÉMAPHORE DE MARSEILLE, n° 40, p. 4, et après y avoir analysé les travaux de Girard et exposé les données d'une lettre de M. Van Pelt.

(2) Dr O. de Vries, *Estate Rubber. Its preparation, properties and testing*. Un vol. in-8°, 639 pp. et fig. — Batavia, Ruygrok et Cie, 1920.

M. de Vries est, avec très grande raison, dans le domaine spécial du caoutchouc, un des chauds partisans de la détermination de la valeur du produit non par un simple examen superficiel, mais par celui de ses véritables propriétés, des caractères de vulcanisation, etc. Il pense, à bon droit, que les défauts reconnus dans certains cas au produit brut sont dus, fort probablement, à un manque de connaissance sérieuse des propriétés du caoutchouc et de leur très réelle importance dans la préparation et en manufacture. C'est pour essayer de faire pénétrer les connaissances actuellement acquises sur ce produit, si utilisé et pouvant certainement l'être davantage encore, que l'auteur s'est résolu à écrire son livre. Il sera, pense-t-il, et nous en sommes persuadé, de quelque utilité pour le développement rationnel de l'industrie caoutchoutière.

Ce livre, très spécial, est, grâce à sa documentation, un vade-mecum, que le spécialiste doit avoir sous la main pour examiner les diverses phases de la préparation du caoutchouc, depuis le latex jusqu'à la constitution chimique du produit, et comprendre l'importance de cette constitution dans l'établissement de la valeur du caoutchouc brut.

L'auteur passe en revue dans ce travail, après la constitution du latex et ses propriétés physiques, les facteurs qui agissent sur cette constitution et ici il envisage les conditions de la culture (sol, climat, âge, maladies) ; il fait remarquer en effet que si plusieurs de ces facteurs influent indiscutablement sur la production du latex, on ne sait pas encore s'ils influencent la nature du caoutchouc, ses propriétés. Il fait ressortir également l'action très importante exercée par la saignée. Aussi avons-nous lu avec plaisir que M. de Vries insistait une fois de plus sur le grand avantage, pour obtenir des caoutchoucs de qualité de plus en plus constante, de mélanger les latex des diverses provenances. Il revient d'ailleurs à la charge plusieurs fois sur ce sujet dans son ouvrage. Partant de cette même idée, nous avons déjà à plus d'une reprise préconisé la coopération entre plantations par l'érection d'une usine commune à plusieurs « estates », ce qui permettrait de supprimer les différences des latex et de donner ultérieurement de l'uniformité dans la vulcanisation. Cette innovation faciliterait, sans doute

aucun, le travail et permettrait d'utiliser, pour la fabrique et pour la culture proprement dite, des compétences particulières. Le livre de M. de Vries démontre en effet de la façon la plus nette, qu'il devient de plus en plus difficile d'être spécialiste en culture et en préparation du caoutchouc. Cette question de mélange, qui marche de pair avec celle de la dilution du latex est, comme le démontre M. de Vries, loin d'être simple ; actuellement encore, bien des plantations ne se rallient pas à un principe fixe.

L'auteur expose, au point de vue Heve, les divers procédés de coagulation, auxquels il consacre plus de 60 pages, et, sans insister sur le choix du procédé, il croit cependant que, dans les conditions actuelles, l'acide acétique restera encore longtemps le produit le plus utilisé.

Nous avons discuté ailleurs également les principales méthodes de formation du caoutchouc, et nous persistons à admettre que pour certaines plantes caoutchoutifères, les procédés mécaniques, utilisés dans des conditions rationnelles, donneront d'excellents résultats en économisant de la main-d'œuvre. Ces procédés acquerront peut-être d'ici quelque temps de la valeur, si, comme on cherche à le prouver, le caoutchouc non vulcanisé suffit pour bien des usages.

Le Dr de Vries étudie encore d'autres questions sur lesquelles, malheureusement, trop souvent le planteur et même le chef d'usine n'ont jamais cherché d'idées précises ; je citerai l'étude du sérum, considéré par beaucoup de chefs d'estates comme un déchet sans valeur.

Naturellement notre auteur passe en revue la préparation des deux formes de caoutchouc les plus usuelles, les crêpes et les sheets ; les caractères des qualités inférieures du produit : lump, scrap, etc., donnant en parallèle une étude sur la préparation brésilienne. Il consacre ensuite des chapitres à son procédé personnel d'essai du caoutchouc par vulcanisation, et à ceux de quelques autres chercheurs, donnant les propriétés physiques et chimiques du produit, et insistant, comme nous l'avons dit, sur l'importance de la constitution chimique du caoutchouc dans la détermination de sa valeur commerciale.

Le livre de M. le Dr O. de Vries est, on le voit, des plus complets sur cette matière actuellement si importante pour

notre industrie et qui semble se dégager, petit à petit, de la crise subie depuis la guerre. Mais il est certain que l'industrie de la préparation du caoutchouc brut ne pourra se relever totalement que si les planteurs suivent les méthodes dont la valeur aura été établie par les scientistes.

L'ouvrage de M. de Vries sera pour les uns et pour les autres un guide dont on ne peut trop conseiller l'emploi.

É. De Wildeman.

III

SCIENCES TECHNIQUES

L'État de la traction électrique en Italie (1). — Les premiers essais de traction électrique en Italie, sur des lignes à grand trafic, remontent à 1899. Au mois de février de cette année, on inaugura un service réduit de petites automotrices à accumulateurs entre Milan et Monza. En 1901, on fit la même expérience sur le tronçon Bologne-San Felice. Ces essais donnèrent des résultats satisfaisants au point de vue technique, mais le système ne convenait que pour un trafic local et léger de voyageurs et de marchandises. Aussi, on ne persista guère dans cette voie et dès 1901 on mit en exploitation électrique la ligne Milan-Varèse, 60 kilomètres, au moyen de courant continu, à 650 volts, amené par troisième rail. Après une courte période de tâtonnements, on réussit à mettre cette installation complètement à point et à assurer sans accroc un service régulier de trains de voyageurs de 100 à 130 tonnes aux vitesses de 60 à 80 kilomètres à l'heure. En même temps, on faisait l'application du courant triphasé sur les lignes de la Valteline-Lecco-Colico-Sondrio et Colico-Chiavenna. On y électrifiait 106 kilomètres de voie en courant triphasé,

(1) Bulletin de l'Association Internationale des Chemins de fer, sept. 1921.

16 à 17 périodes, 3400 à 4000 volts, avec deux fils aériens et la troisième phase aux rails.

Pendant plusieurs années on étudia avec soin et on améliora dans les détails ces deux types d'électrification. En 1910, l'Administration des Chemins de fer décida de s'en tenir au système triphasé des lignes de la Valteline, avec de légères modifications en vue de réaliser des installations plus parfaites et de rendre l'exploitation aussi économique que possible. Entre 1910 et 1914, on électrifia par ce système : 1° les deux lignes des Giovi, qui détiennent le record du trafic sur le réseau italien, et relient le port de Gênes à son hinterland, à travers les monts Apennins, avec des pentes atteignant 35 millimètres par mètre ; 2° la ligne Savona-Ceva, qui joint le port de Savona à son hinterland, elle aussi à travers les monts Apennins, et qui présente des pentes s'élevant à 25 millimètres par mètre ; 3° la ligne Bussoleno-Modane, qui traverse la chaîne des Alpes au mont Cenis dans un tunnel de 13,6 kilomètres de longueur, à 1260 mètres au-dessus du niveau de la mer.

En 1916, on ouvrit à l'exploitation électrique la ligne littorale Savona-Gênes et, en 1917, le tronçon Turin-Pinerolo. La guerre européenne a retardé les travaux d'électrification. Ils ne furent néanmoins jamais complètement suspendus et, après l'armistice, on les reprit avec une activité nouvelle. C'est ainsi qu'à la fin de 1919 l'électrification des lignes Turin-Bussoleno et Bussoleno-Susa était terminée et que cette année on a achevé les travaux sur la ligne Turin-Ronco. L'an prochain, en 1922, les lignes Voghera-Allessandra ; Tortona-Novi ; Tortona-Arquata seront électrifiées à leur tour et relieront les lignes des Giovi à Milan-Chiasso et à la route de la Suisse.

A ces lignes électrifiées et exploitées par l'Administration des Chemins de fer de l'État, il convient d'ajouter quatre lignes à voie normale appartenant à des sociétés privées et d'une longueur totale de 200 kilomètres, plus environ 500 kilomètres de lignes électriques à voie étroite.

L'énergie électrique nécessaire à l'alimentation du réseau du Piémont et de la Ligurie est fournie : 1° par deux centrales hydro-électriques sur le torrent Maira, de la Société des forces hydrauliques de la Maira, ayant respectivement

une puissance de 12 000 et 18 000 kilovolts-ampères ; 2° par la centrale de San Dalmazzo sur le torrent Roia, d'une puissance de 20 000 kilovolts-ampères et exploitée par la Société Négri ; 3° par la centrale thermique de la Chiappella à Gênes, qui a une puissance de 19 000 kilovolts-ampères et est commune à la Société Négri et aux chemins de fer de l'État. Par suite du développement constant de la traction électrique en Piémont, l'Administration des Chemins de fer de l'État entreprit récemment la construction d'une centrale hydraulique de 25 000 kilovolts-ampères à Bardonecha. Le programme actuel d'extension de la traction électrique prévoit l'électrification d'environ 4500 kilomètres de lignes choisies avec soin parmi celles qui, en raison de leurs fortes pentes et du trafic élevé, consomment à présent le plus de combustible. Quand le tout sera achevé, on épargnera, chaque année, à peu près 1 250 000 tonnes de charbon et la puissance installée dans les centrales s'élèvera, en chiffre rond, à 180 000 kilowatts.

Les principales lignes dont les travaux d'électrification ont été commencés dans le courant de 1921 sont : 1° Gênes-Pise, 160 kilomètres, qui comporte de nombreux tunnels ; 2° Bologne-Pistoie-Florence et Bologne-Faenza-Florence. Ces deux lignes, très importantes, sont actuellement à leur limite de capacité par la traction à vapeur. Elles franchissent la chaîne des Apennins et présentent de longs tunnels et de fortes pentes. Leur longueur totale est de 283 kilomètres ; 3° Pinerolo-Torre-Pelice ; 4° Bricherasi-Barge ; 5° Rome-Tivoli et Rome-Carano-Nettuno, qui présentent le premier noyau des prochaines électrifications dans l'Italie méridionale.

On a déjà procédé à toutes les études nécessaires pour les lignes Milan-Bologne-Parme-Spezia et Pise-Florence, de façon à relier le plus tôt possible le réseau électrique de la Lombardie et du Piémont à celui qui va se former au Sud de Bologne.

Pour ces nouvelles installations, l'énergie électrique sera, en général, achetée à des sociétés privées. Cependant, les Chemins de fer de l'État exécuteront directement d'importantes installations hydro-électriques choisies de façon à posséder dans toutes les parties du réseau au moins une cen-

trale propre qui marchera en parallèle avec les autres. Les sociétés fournissant ordinairement le courant triphasé à 50 ou 42 périodes, il faut, pour l'alimentation des chemins de fer, le convertir en courant à 16-17 périodes, ce qui se fait au moyen de groupes moteur-générateur. Quant aux centrales de l'État, elles donnent directement la basse fréquence utilisée.

Dans les premières installations, les sous-stations où l'on ramène à la fréquence voulue et au voltage de la ligne de contact (3400 à 5000 volts), les tensions élevées sous lesquelles se font les transports d'énergie, étaient de faible puissance et peu éloignées les unes des autres, 10 kilomètres en moyenne. Les fils du trolley avaient en conséquence de faibles sections : 50 à 100 millimètres carrés au maximum, mais il fallait de nombreuses sous-stations, ce qui augmentait considérablement les frais d'exploitation. Les perfectionnements apportés à la construction des locomoteurs permettent actuellement de tolérer des chutes de tension au trolley atteignant jusque 35 pour cent du voltage, c'est-à-dire que, sans inconvénient, la tension aux moteurs peut varier entre 4000 et 2600 volts. D'autre part, on a reconnu que pour les lignes d'une certaine importance, il faut que le conducteur du contact ait au moins une section de 200 millimètres carrés en vue de présenter une résistance mécanique et une rigidité suffisantes aux grandes vitesses de 75 à 100 kilomètres à l'heure. Ces considérations ont permis d'espacer les sous-stations de transformation de 30 à 35 kilomètres environ sur les lignes à fort trafic et à pente moyenne de 10 à 11 millimètres par mètre au maximum. En ayant recours à des feeders pour l'alimentation du fil de contact, on peut facilement arriver à des distances plus grandes encore.

Le courant triphasé exige l'emploi de deux fils aériens, isolés l'un de l'autre, le troisième conducteur étant constitué par les rails. A première vue, cet équipement paraît plus compliqué que celui du courant continu. Mais, il résulte de l'expérience, qu'il n'en est rien et que le double trolley n'est pas du tout un sujet de difficulté. L'isolement entre fils et entre chaque fil et les rails est essayé à 30 000 volts. Jamais on n'a rencontré d'ennuis pour le maintenir

à une valeur convenable. Un avantage important du courant triphasé est la grande simplicité du moteur d'induction et la construction robuste qu'on peut lui donner. Il en résulte des locomoteurs plus légers, plus faciles à entretenir et à conduire, que ceux d'autres systèmes de traction électrique.

Les premières locomotives des lignes de la Valteline, dont les pentes ont au maximum 17 à 20 millimètres par mètre, présentaient deux vitesses : 32 à 25,6 kilomètres à l'heure et 64 à 71,2 kilomètres à l'heure, obtenues par le couplage des moteurs en cascade ou en parallèle. Plus tard, dans l'électrification des lignes à fortes pentes, de 30 à 35 millimètres par mètre, et à lourd trafic de marchandises, on réduisit ces deux vitesses respectivement à 25 et à 50 kilomètres à l'heure. Pour les locomoteurs destinés aux lignes de plaine, on a adopté quatre vitesses : 37,5-50-75-100 kilomètres à l'heure. On voulait avoir ainsi au moins une vitesse commune avec les autres locomoteurs afin de pouvoir, en cas de nécessité, fonctionner en double traction avec eux.

L'avantage immédiat de l'électrification des principales lignes de chemins de fer a été, outre une économie importante de charbon se chiffrant dès à présent par 150 000 à 180 000 tonnes annuellement, la possibilité d'accroître le trafic de lignes importantes, arrivé au maximum de capacité par la traction à vapeur. De plus, on a fait disparaître complètement l'inconvénient grave résultant du manque de respirabilité de l'air dans les longs tunnels, dû à la fumée des locomotives à vapeur. Ne parvenant que fort difficilement et encore de façon incomplète à ventiler ces tunnels, chaque année on avait à déplorer la mort de plusieurs voyageurs asphyxiés dans leurs compartiments.

La constance de la vitesse, une des caractéristiques principales du système triphasé, s'est montrée très avantageuse au point de vue de l'exploitation, en permettant que les trains se suivent régulièrement à intervalles de temps égaux.

La puissance des locomoteurs étant limitée par la charge maximum de quinze tonnes par essieu, valeur pour laquelle ont été prévus les ponts et autres ouvrages d'art, et d'autre

part, l'effort d'attelage ne pouvant dépasser normalement dix tonnes, on est obligé pour les trains lourds sur les fortes rampes, de recourir à la double traction, avec un locomoteur en tête et un en queue. On a même essayé, dans certains cas, la triple traction, en mettant deux locomoteurs en tête, et un en queue. Ce moyen n'est utilisé que rarement, la double traction étant généralement suffisante et couramment employée avec plein succès.

Un avantage du système triphasé est à noter : la récupération d'énergie se fait automatiquement dans les descentes. Ce point a de l'importance, car l'expérience a montré que le personnel ne fait guère les manœuvres non absolument nécessaires.

Il résulte de calculs établis par l'État italien que la traction électrique, tous frais compris, donne lieu à une économie notable d'exploitation comparativement à la traction à vapeur. Cette économie est d'autant plus importante que le prix du charbon est élevé et que les lignes électrifiées sont à grand trafic.

Dans les nouvelles installations on a prévu l'emploi, en vue de relever la puissance du réseau, soit de moteurs synchrones surexcités et mis en dérivation à vide sur la ligne, soit de condensateurs statiques. Dans le but de réduire les frais de personnel, toutes les sous-stations nouvelles sont équipées pour que leur fonctionnement soit entièrement automatique et plusieurs des anciennes ont été modifiées récemment dans ce sens.

Au nouveau réseau des environs de Rome, on utilisera du courant triphasé à 45 périodes au lieu de 16 à 17 comme dans les installations déjà existantes. L'impédance de la ligne de contact à 45 périodes est à peu près double de celle qu'elle présente pour 16 à 17 périodes, ainsi qu'il résulte d'essais effectués par l'Administration des Chemins de fer. Dans ces conditions, en portant la tension de 3600-4000 volts à 5200-5400 volts, on pourra maintenir la distance actuelle entre les sous-stations de transformation. En portant la tension de ligne à 10 000 volts, il serait même possible de la tripler à peu près.

En résumé, on se montre très satisfait en Italie du système triphasé, adopté pour presque toutes les lignes élec-

trifiées jusqu'à présent. Le courant continu, 650 volts, amené par troisième rail utilisé pour le seul tronçon Milan-Varèse-Porto-Ceresio, répond très bien aux besoins spéciaux de cette ligne, à trafic léger et à grand nombre de trains de voyageurs.

Pour la nouvelle ligne Bevento-Foggia, sacrifiant peut-être un peu au goût du jour, on va essayer le courant continu, haute tension, 1500 ou 2400 volts, à fil aérien. Toutefois, au point de vue de l'économie, les ingénieurs italiens estiment que la différence entre le système triphasé et le courant continu à haute tension est pratiquement négligeable. En effet, les frais de traction sur lesquels la question du genre de courant pourrait avoir quelque influence, ne représentent que 16 à 17 pour cent, au maximum, des frais totaux d'exploitation, dont la plus grande partie est formée par les frais généraux, le salaire du personnel, le service et l'entretien des gares, etc.

L'aluminium. — Sa fabrication, ses propriétés et ses alliages (1).

Fabrication.

En 1853, un chimiste français, Henri Sainte-Claire Deville, en réduisant par le sodium le chlorure d'aluminium en présence d'un fondant, la *Cryolithe*, produit naturel de formule Al^2F^6, 6NaF, créa le premier procédé de fabrication industrielle de l'aluminium. Ce fut le seul utilisé jusqu'en l'année 1886, où Heroult, ingénieur civil des Mines, fit breveter son procédé électrique qui devait révolutionner la préparation de ce métal. Sa méthode, employée actuellement dans le monde entier, consiste à électrolyser l'alumine dissoute dans un bain de cryolithe en fusion, la température nécessaire étant obtenue par le courant électrique même, sans aucune source extérieure de chaleur.

Le seul minerai utilisé est la Bauxite, hydrate d'alumine renfermant en moyenne 60 pour cent de Al^2O^3 et des impuretés, en particulier de l'oxyde de fer, de la silice et de l'acide titanique. Son nom est dû aux gisements du pays de Baux, dans le Var, les premiers découverts.

(1) REVUE DE MÉTALLURGIE, août 1921.

Les méthodes d'affinage utilisées ordinairement en métallurgie ne pouvant être employées pour l'aluminium en raison notamment de sa chaleur de formation, on se trouve obligé de produire directement le métal à un état de très grande pureté. Ceci exige une préparation soignée du minerai, dont on doit éliminer, avant la réduction, toutes les substances étrangères. Plusieurs procédés sont employés pour cette préparation, parmi lesquels les plus connus sont d'une part, celui de Sainte-Claire Deville, d'autre part, celui de Bayer. Tous deux ont pour principe d'amener l'alumine en solution aqueuse sous forme d'aluminate de sodium, ce qui permet de séparer la presque totalité des impuretés et de précipiter l'alumine. Ils ne diffèrent que par les moyens utilisés pour la mise en solution et la précipitation de l'alumine. La réduction du minerai ainsi préparé se fait alors au four électrique. Généralement celui-ci n'est pas installé dans l'usine du traitement préparatoire située à proximité de la mine, mais en un endroit où il est possible de se procurer à bon compte les grandes quantités d'énergie électrique nécessaires.

L'alumine est versée dans un bain de cryolithe fondu et sous l'action d'un courant continu on obtient la formation d'aluminium. Le fondant n'en est pas affecté ou seulement pour une très minime partie, si l'opération est bien conduite. L'anode du four est constituée par des électrodes en coke de pétrole aggloméré qui trempent verticalement dans le bain. Le fond de la cuve, formé par un sommier d'acier recouvert de briques de carbone, joue le rôle de cathode. L'opération se fait à une température comprise entre 800 et 900 degrés. Aucun chauffage extérieur n'est requis, la chaleur provenant de l'effet Joule dû au courant. La tension utilisée est de 8 volts environ. On emploie couramment des fours de 10.000 ampères. La section et le nombre des électrodes sont calculés en se basant sur une densité de deux ampères par centimètre carré.

La coulée de l'aluminium métallique a lieu par intermittence environ tous les deux jours. Elle se fait, soit en ouvrant le trou de coulée qui se trouve au point le plus bas de la sole, soit en descendant dans la cuve, à travers le laitier, un cône creux en matière réfractaire, jusqu'à la

nappe de métal fondu et en puisant alors celui-ci avec une cuillère. La production, par four et par vingt-quatre heures, atteint, en moyenne, 50 à 55 kilos. Pratiquement, on compte sur une dépense de un Kilowatt-heure par trente grammes de métal réduit.

Pour obtenir une tonne d'aluminium, il faut travailler quinze tonnes de matières, se répartissant comme suit : deux tonnes d'alumine, une tonne d'électrodes, dix tonnes de charbon, une tonne de soude et une tonne de produits divers.

Les efforts faits en vue de perfectionner la métallurgie de l'aluminium ont surtout porté sur le traitement du minerai avant sa réduction et l'extraction de l'alumine de substances plus communes que la bauxite. Des essais ont, en particulier, été faits en Allemagne pendant la guerre, pour retirer l'aluminium de l'argile, alors qu'on avait un pressant besoin de ce métal. Jusqu'à présent, cependant, on n'est pas parvenu à des résultats réellement intéressants au point de vue pratique.

Jusqu'en 1914, la France grâce à ses réserves énormes de bauxite, situées dans le Var, l'Hérault, les Bouches du Rhône et l'Ariège, était le gros fournisseur du monde entier. En dehors d'elle, il n'y avait guère que les États-Unis qui exploitaient des gisements quelque peu importants, mais leur production ne dépassait pas les deux tiers de celle de la France. Durant les hostilités l'extraction tomba à trente pour cent de celle du temps de paix, alors que les nations belligérantes faisaient une consommation énorme d'aluminium. Un peu partout on s'est donc mis à la recherche de bauxite. Aux États-Unis on ouvrit de nouvelles exploitations ; en Espagne on en trouva dans la province de Barcelone. L'Allemagne qui n'exploitait que de faibles gisements dans la Hesse-Nassau, en mit d'autres à jour près de Francfort-sur-le-Mein et a commencé l'utilisation de réserves importantes situées dans les Siebenbergen en Hongrie. D'autres dépôts ont été reconnus également en Dalmatie, en Herzégovine, en Istrie et en Croatie. Mais la découverte la plus importante pour l'avenir est celle de gisements, extrêmement riches, dans les Guyanes anglaises et hollandaises ; malheureusement ils sont situés à très grande distance de la côte (600 kilomètres environ).

Propriétés et emplois de l'aluminium.

Ce métal possède une faible densité : 2,7 ; seul, de tous les métaux courants, le magnésium est plus léger, sa densité n'étant que de 1,74. Il faut toutefois signaler ici un autre métal qui peut-être deviendra un jour industriel, le *Glucinium* dont la densité (1,7) a sensiblement la même valeur que celle du magnésium et qui présente un point de fusion supérieur à 1000 degrés.

L'aluminium possède un coefficient de dilatation élevé : 2.31×10^{-5}, ainsi qu'une bonne conductibilité électrique : sa résistivité vaut 0.027 ohm pour un fil de 1 mètre de longueur et de 1 millimètre carré de section. Il n'a pas de propriétés mécaniques très remarquables. Sur éprouvette de 100 millimètres de longueur et 13,8 millimètres de diamètre, il accuse à l'état laminé et recuit un coefficient de rupture à la traction de 9 à 10 kilos par millimètre carré et un allongement de 35 pour cent. La charge de rupture diminue très nettement quand la température du métal s'élève ; à partir de 400 degrés sa valeur devient extrêmement faible, inférieure à deux kilos par millimètre carré. D'autre part, les allongements croissent avec la température, d'abord de façon lente jusque 350 degrés, puis rapidement entre 350 et 400 degrés, pour baisser ensuite subitement entre 600 degrés et le point de fusion (657 degrés). On conclut de ces données qu'il y a avantage à travailler le métal aux environs de 400 degrés.

L'influence du laminage se fait nettement sentir sur les propriétés mécaniques du métal ; quand il est simplement coulé, il ne présente qu'une tension de rupture de 5 à 7 kilos par millimètre carré et un allongement de 5 à 6 pour cent.

L'écrouissage améliore également ses propriétés, ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessous :

État du métal	Tension de rupture Kilos par m/m carré	Allongement en pour-cent
Aluminium dur	18	5
» 3/4 dur	16	10
» 1/2 »	14	15
» 1/4 »	12	20
» recuit	9	25

Il est possible d'obtenir avec un métal très dur une charge de rupture de 20 kilos par millimètre carré.

Le recuit n'est complet que s'il est poussé jusque 350 degrés pendant 45 minutes environ. Une élévation de la température au-dessus de cette limite ou une prolongation de la durée ont toutes deux pour effet de diminuer les allongements.

Les principales impuretés dans l'aluminium commercial sont le fer et le silicium, puis, à un degré moindre, le carbone et le cuivre. Elles proviennent du minerai, d'incidents de fabrication ou des électrodes.

Aussi longtemps que la proportion ne dépasse pas 1,7 pour cent, le fer n'est pas très nuisible aux propriétés mécaniques, mais il ne constitue pas ce qu'on appelle une addition avantageuse. Dès 3 pour cent, il apporte au métal une notable fragilité. Le silicium abaisse légèrement les allongements ; il élève lentement la charge de rupture quand son pourcentage augmente. Quant au cuivre, il augmente très sensiblement la charge de rupture et diminue les allongements. Voici, à ce sujet, quelques résultats d'essais sur métal laminé et recuit :

	Charge de rupture en kilos par m/m carré	Allongement en pour-cent.
Métal pur	10	25
Teneur en silicium :		
0,5 %	10	21
1 %	11	20
2 %	12	18
4 %	13	16
Teneur en cuivre :		
0,5 %	10	20
1 %	11,5	18
2 %	13	16
4 %	15	15

Les emplois de l'aluminium découlent de ses propriétés : faible densité, facilité qu'il présente au moulage, au laminage et à l'emboutissage et enfin bonne conductibilité électrique. On l'utilise dans les industries électriques,

mécaniques, chimiques, l'aéronautique et les industries alimentaires.

La fusion et la coulée de l'aluminium sont des opérations très délicates, car il est facilement oxydable et les inclusions d'alumine nuisent grandement aux qualités mécaniques des pièces moulées.

C'est pourquoi celles-ci se fabriquent généralement, non pas en métal pur, mais en alliages d'aluminium qui, convenablement choisis, donnent sans difficulté des résultats excellents, même pour des objets extrêmement complexes, comme des pistons de moteur d'automobiles par exemple.

Le laminage se fait à la température d'environ 425 degrés, jusqu'à une épaisseur d'à peu près 3,5 millimètres. En dessous, on continue à froid et, avec les recuits voulus, on arrive à obtenir des feuilles très minces qui concurrencent le papier d'étain.

On peut également tréfiler l'aluminium et en faire des fils, barres, tubes et profilés de forme quelconque d'une très grande netteté.

L'aluminium en grains permet d'utiliser sa propriété de réduire avec une grande facilité les oxydes et d'engendrer les températures élevées dues à cette réaction. Cette application constitue une branche spéciale de la technique qui a reçu le nom d'*aluminothermie*. L'oxyde à réduire étant mélangé à de l'aluminium en grains, on enflamme le tout à l'aide d'un peu de bioxyde de baryum. La réaction amorcée se propage très rapidement dans la masse et produit de l'alumine avec dépôt du métal correspondant à l'oxyde. Ce procédé est surtout appliqué pour la soudure des rails de tramways, des tuyaux de canalisations, et pour la préparation de métaux rares, tels que le tungstène, le molybdène, le vanadium, etc., dont le prix élevé permet l'emploi d'un réducteur aussi coûteux que l'aluminium.

Une application nouvelle, assez récente et encore peu connue, de l'aluminium en grains, est la *calorisation*. Elle consiste à recouvrir d'aluminium des objets qui doivent résister à des actions oxydantes, même à haute température, et convient donc pour la protection des pièces de foyer, des tubes de chaudières, etc. Les pièces en fer, fonte, cuivre, etc., à traiter sont portées à 800 degrés, température

supérieure au point de fusion de l'aluminium, dans un mélange d'aluminium en grains, d'alumine et d'un peu de chlorure d'ammonium disposé dans un four tournant. Dans ces conditions, elles se recouvrent d'une couche mince d'alliage d'aluminium qui forme le revêtement protecteur.

Les alliages d'aluminium.

Ils se divisent en trois catégories :

1° Les alliages lourds dont la densité est supérieure ou égale à 6. Ils constituent la classe des bronzes d'aluminium ordinaires et spéciaux.

2° Les alliages de densité moyenne, comprise entre 3 et 6, et qui sont généralement à base de zinc ou d'étain.

3° Les alliages légers, de densité égale ou inférieure à 3, qui ordinairement renferment du cuivre, du zinc, du magnésium, du manganèse, etc.

A) *Les bronzes d'aluminium.* — Ils contiennent, en moyenne, de 6 à 10 pour cent d'aluminium et présentent d'excellentes caractéristiques mécaniques, comme il résulte du tableau ci-dessous :

Teneur en aluminium en pour-cent	Charge de rupture en kilos par m/m carré	Allongement en pour-cent
6	35	7
7	38	8,5
8	40	10
9	43	10,5
10	45	11

Leur couleur varie de l'or vert à l'or franc. Le plus intéressant est l'alliage à dix pour cent signalé déjà par Sainte-Claire Deville. Il fond à 1050 degrés, se lamine à chaud entre 650 et 950 degrés et s'oxyde bien moins que l'acier, même à température élevée. Son chauffage ne demande aucune précaution et il prend la trempe comme un acier. On l'utilise à la fabrication de pièces nécessitant une belle coloration, un poli spéculaire et une grande inoxydabilité. On en fait des couverts, des ustensiles culinaires, des appareils de laboratoire, des pompes, clapets, compteurs, etc.

et également des aubes de turbines à vapeur. Ce métal est difficile à obtenir sain et il s'y rencontre fort souvent des soufflures qu'on ne peut éviter que par des précautions spéciales.

Dans ces derniers temps, on a notablement perfectionné les bronzes d'aluminium par des additions d'autres corps, tels que le manganèse, le nickel et le fer.

B) *Les alliages de densité moyenne*, à base de zinc, servent surtout pour les moulages en coquille. On emploie fréquemment la composition suivante qui donne un métal très fluide :

Aluminium : 8,75 pour cent.
Zinc : 10 pour cent.
Cuivre : 2,5 pour cent.

C) *Les alliages légers*. — Ils sont assurément les plus importants et ordinairement à base de cuivre et de zinc. C'est ainsi que les moulages d'automobiles, les carters, en particulier, renferment généralement de 2,5 à 6 pour cent de cuivre et de 3 à 8 pour cent de zinc. Les pistons dits en aluminium sont en réalité en alliage complexe contenant des quantités importantes de cuivre, de 12 à 13 pour cent en moyenne, et parfois un peu de magnésium. Coulés en coquille, ils sont recuits à 400 degrés.

De tous les alliages d'aluminium actuellement connus, le plus intéressant au point de vue pratique comme au point de vue théorique est le *Duralium*, dont les propriétés mécaniques sont dues à un traitement spécial.

Cet alliage, qui a été découvert par Alfred Wilm, présente la composition moyenne suivante en corps étrangers à l'aluminium :

Cuivre : 3,5 à 4 pour cent.
manganèse : 0,5 à 1 pour cent.
magnésium : 0,5 pour cent.
Parfois, zinc : 1,5 à 2 pour cent.

Les teneurs en cuivre et en magnésium déterminent ses caractéristiques. Après laminage et forgeage à la presse, on le trempe à l'eau à 475 degrés et on le fait revenir à 20 degrés pendant 48 heures. On obtient de cette manière une résistance mécanique relativement élevée.

État du métal	Résistance à la traction en kilos par m/m carré	Allongement en pour cent
Après forgeage à la presse	22	20
Après trempe à 475 degrés	20	22
Après 48 h. de recuit à 20° ctg.	40	20

L'emploi de Duralium est tout indiqué quand on doit avoir en même temps qu'une résistance élevée une grande légèreté, comme c'est le cas dans la construction des avions.

L'hydroglisseur (1). — L'idée de glisser sur l'eau n'est pas neuve ; depuis longtemps les constructeurs de canots rapides savent que sous l'effet de la vitesse, ceux-ci sont soumis à des forces agissant en sens inverse de la pesanteur qui produisent une diminution apparente de poids, et par des tâtonnements successifs ils se sont efforcés de modifier la forme des coques pour amplifier cette action. Mais, si par ce moyen on arrive assez facilement à soulever hors de l'eau l'avant du bateau, on augmente par contre considérablement la résistance opposée à l'avancement par la partie restée immergée, ce qui oblige à accroître dans une très forte mesure la puissance propulsive. Ce procédé n'est donc pas du tout économique.

En gréant un bateau à fond plat avec un groupe moteur-propulseur aérien d'avion, il est possible d'alléger l'arrière et de faire disparaître l'effet nuisible de la résistance de l'eau. Des réactions dynamiques sur la surface du fond assurent, dans ces conditions, à elles seules la sustentation.

Grâce aux recherches persévérantes poursuivies par plusieurs constructeurs d'hydroavions, en particulier par M. Fabre, on est arrivé à déterminer les meilleures formes à donner aux coques pour obtenir le résultat cherché Dès 1906, le Comte de Lambert a réalisé des glisseurs fonctionnant convenablement ; mais c'est surtout pendant la guerre qu'il a développé et perfectionné ses appareils, dont de nombreux exemplaires ont été fournis aux armées alliées. Les troupes anglaises notamment ont utilisé avec un plein succès en Mésopotamie le modèle à cinq places

(1) La Vie Technique, mars 1921.

pourvu d'un moteur Salmson de 160 chevaux. Un autre type d'hydroglisseur, celui de Marcel Besson, est également très bien conçu. Avec un moteur Panhard de 350 chevaux, il peut enlever 12 personnes et prendre 200 kilos de bagages.

La conduite de ces appareils se fait de la manière suivante : par une disposition convenable du chargement, passagers, bagages et combustible, le pilote établit le centre de gravité de l'ensemble en un point déterminé par le calcul et vérifié expérimentalement, qui correspond à une flottaison dont le tracé est marqué sur la coque même. Le moteur étant mis en marche, l'appareil décolle. La résistance que présente l'avant des flotteurs au déplacement amène l'arrière du glisseur à sortir de l'eau. L'appareil se redresse ensuite sans secousse et, complètement déjaugé, prend sa vitesse de régime et son fonctionnement normal. De récentes expériences ont amené M. Marcel Besson à munir la queue de son appareil d'un équilibreur aérien donnant au pilote le moyen de créer une force verticale de sens et d'intensité convenables pour aider l'appareil à effectuer en un temps très court la double oscillation initiale qui prélude au glissement.

En vue d'obtenir des résultats satisfaisants, il convient de profiler avec soin le moteur, la carlingue, les radiateurs et surtout la partie émergeante des flotteurs pour faciliter leur déplacement. En ce qui concerne ces derniers, ils doivent permettre non seulement une pénétration aisée dans l'air mais encore donner un raccordement très doux des filets d'air écartés avec la surface de l'eau.

Le glisseur de l'avenir sera vraisemblablement un appareil presque aérien, ne pesant que fort peu sur l'eau, d'une vitesse de régime de 80 à 90 kilomètres à l'heure. Il constituera un moyen de locomotion très sûr, puisqu'il freine sur place, aussitôt le moteur arrêté pour une cause quelconque. Son emploi paraît tout indiqué dans les colonies. Il ne craint, en effet, ni le courant, ni les tourbillons, ni les clapotis, ni les dénivellations brusques, toutes causes de lenteur et de danger sur les voies fluviales coloniales. Les hauts fonds, les rochers mal couverts, les végétations aquatiques ne constituent aucune entrave à son déplacement. En dehors des vents très forts qui absorbent toute sa puissance et

empêchent sa propulsion, son seul ennemi est la houle de longueur d'onde égale ou supérieure à la distance entre-redans de l'appareil, soit cinq mètres en moyenne. Un glisseur pris par la houle devra épauler la lame et tirer des bords pour ne pas s'exposer à des variations périodiques d'incidence qu'un phénomène de résonance pourrait amplifier dangereusement. Plus économique que l'avion, l'hydroglisseur est plus robuste et beaucoup moins dangereux. Il ne demande pas de hangars d'atterrissage, pas de piste de lancement. Il peut faire halte où il lui convient et repartir sans aucune difficulté.

La France, la première, a réussi à mettre ces appareils au point ; il faut que la première aussi elle en assure le développement pratique et commercial. Une société nouvellement créée a décidé de former trois missions dont le matériel est déjà prêt et qui étudieront l'emploi de ce mode de navigation fluviale, l'une en Colombie, l'autre en Chine, sur le Yang-Tse, l'artère essentielle reliant de l'Est à l'Ouest les riches provinces du centre, et enfin la troisième, en Europe, sur le Danube.

Les grandes centrales thermiques aux États-Unis (1). — Aux États-Unis, les constructeurs de chaudières recherchent beaucoup plus les fortes vaporisations qu'on ne le fait en Europe. La tendance actuelle y est dirigée vers les chaudières multitubulaires de grandes surfaces de chauffe. La pression dépasse rarement 20 kilos par centimètre carré et la température 325 degrés centigrades D'une manière générale, l'unité moyenne dans les grandes centrales présente une surface de chauffe de 1250 mètres carrés environ et un volume de chambre de combustion de près de trois mètres cubes par mètre carré de surface de grille. On obtient, dans ces conditions, avec de bon charbon, de 35 000 à 50 000 kilos de vapeur à l'heure, soit de 30 à 40 kilos par mètre carré de surface de chauffe.

On utilise surtout le type de chaudières marines dont on a élevé progressivement le nombre des rangées de tubes dans le sens de la hauteur. Ordinairement, les tubes de

(1) CHALEUR ET INDUSTRIE, août-sept.-oct., 1921.

6 mètres de longueur environ, sont divisés en deux faisceaux. La partie inférieure qui comporte au moins deux rangées de tubes est destinée à absorber la plus grande quantité possible des calories de radiation du foyer. Elle est tenue suffisamment éloignée de celui-ci pour qu'on n'ait pas l'inconvénient de voir se former un dépôt de suie sur les tubes balayés par les gaz chauds, même aux plus fortes allures de combustion avec des charbons très cendreux.

Les générateurs sont munis de chargeurs automatiques par grilles à chaînes avec tirage soufflé ou encore de foyers Underfeed (1). Parfois, avec ce dernier système, on dispose deux appareils qui se font face. Il n'y a guère que quatre ou cinq ans que des essais avec ce type de double foyer ont été entrepris et l'expérience en a confirmé l'emploi pour les fortes vaporisations.

Le coût élevé des économiseurs en fonte (2), leur encombrement et le prix relativement avantageux du charbon ont fait qu'on a renoncé à leur emploi dans plusieurs installations récentes, et on y a suppléé par une augmentation de la surface de chauffe des chaudières. Les progrès réalisés dans la construction et l'application des économiseurs en tubes d'acier ont permis de les appliquer dans quelques grandes centrales. Toutefois, on n'est pas encore parvenu à y supprimer complètement les corrosions intérieures.

Les réchauffeurs d'air n'ont reçu jusqu'à présent que de timides applications. On craint, en général, de voir leurs tôles rongées trop rapidement par la condensation des gaz sulfureux des fumées.

Le plus souvent, les chaudières sont disposées sur deux rangs séparés par la rue de chauffe. Les économiseurs, quand il en est fait usage, se trouvent placés par-dessus, immédiatement avant les cheminées qui sont fréquemment supportées par la charpente du bâtiment. Le tout forme ainsi, avec les silos à charbon, un ensemble compact assez élevé mais n'occupant sur le sol qu'une surface fort réduite.

(1) Le foyer Underfeed est un chargeur automatique dont la caractéristique est l'arrivée du combustible frais par la partie inférieure de la grille.

(2) Les économiseurs sont des appareils destinés à chauffer l'eau d'alimentation des chaudières en utilisant la chaleur perdue emportée par les gaz qui s'échappent par la cheminée.

Nouvelle centrale de Northeast à Kansas-City. — Dans cette centrale de 270 000 kilowatts, on utilise des chaudières *Babcock & Wilcox*, du type marin de 1250 mètres carrés de surface de chauffe, capables de vaporiser en marche forcée 50 000 kilos d'eau à l'heure, à la pression de 20 kilos par centimètre carré. Un surchauffeur élève la température de la vapeur à 365 degrés. L'économiseur est divisé en deux groupes, l'un à haute, l'autre à basse pression. Le premier en tubes d'acier est disposé immédiatement au-dessus du caniveau de sortie des fumées ; il reçoit l'eau à 80-90 degrés, venant de l'économiseur en fonte qui lui fait suite.

On a un silo à charbon distinct par chaudière, permettant d'emmagasiner 125 tonnes, ce qui correspond à 24 heures de marche. Ces silos sont situés au-dessus des générateurs, de chaque côté d'un lanterneau par lequel la lumière peut pénétrer largement dans la chaufferie, qui est ainsi très bien éclairée.

En sous-sol se trouve une salle de manutention des charbons avec pont roulant comportant par chaudière un silo de 800 tonnes dans lequel le combustible arrivant par chemin de fer est directement déversé.

Centrale Delaware à Philadelphie. — Cette installation d'une puissance de 180 000 kilowatts comprendra six turbines de 30 000 kilowatts, consommant à 3/4 de charge, 4,9 kilos de vapeur par kilowatt. L'alimentation des deux groupes actuellement installés est assurée par deux batteries de quatre chaudières *Stirling*, de 1400 mètres carrés de surface de chauffe travaillant à une pression de 17 kilos par centimètre carré. Suivant l'allure, la température de la vapeur surchauffée varie de 270 à 295 degrés.

Centrale Ford à Red River, Michighan — Quand elle sera terminée, elle comprendra huit chaudières *Ladd* doubles, ayant chacune 2460 mètres carrés de surface de chauffe, alimentant quatre turbo-générateurs de 60 000 kilowatts et cinq turbo-compresseurs de 1000 mètres cubes à la minute. La vapeur produite à 17 kilos de pression est surchauffée de 90 degrés. Comme combustible, on emploie soit du charbon pulvérisé, soit du gaz de haut-fourneau. Chaque chaudière est desservie par une cheminée en tôle de 3,35

mètres de diamètre et 61 mètres de hauteur comptée à partir du toit sur lequel elle repose.

Centrale Springdale de la West Penn Power Comp. — Les chaudières Babcock et Wilcox sont prévues pour une pression de 24 1/2 kilos avec 113 degrés de surchauffe. Chacune d'elles est munie de deux foyers *Underfeed.* Suivant une pratique qui tend à se généraliser en Amérique, les transformateurs électriques et les installations de départ des lignes se trouvent installés en plein air à l'extérieur des bâtiments.

Centrale Colfax de la Duquesne Light Comp. — Cette usine est particulièrement bien située dans la région industrielle de Pittsburg, à proximité de la mine qui lui fournit le charbon nécessaire et sur les bords de la grande rivière Alleghany.

La centrale actuellement en construction et en voie d'achèvement comprendra six unités génératrices de 60 000 kilowatts chacune, dont deux sont montées pour le moment. Ce sont des turbines *Westinghouse* triple présentant une partie à haute pression et deux autres à basse pression. A l'allure de marche la plus économique, elles ne consomment que 4,7 kilos de vapeur par kilowatt-heure.

Les chaudières *Babcock & Wilcox* ont 1950 mètres carrés de surface de chauffe et sont timbrées à 19,7 kilos. Sur leur ballon, sont disposées dix soupapes de sûreté. Des cheminées en tôle avec garniture intérieure de briques réfractaires sur toute leur longueur assurent le tirage.

Elles sont supportées par la charpente de la chaufferie et chacune d'elles dessert quatre chaudières. Elles ont un diamètre intérieur de 6,40 mètres et une hauteur de 100 mètres à partir du foyer. Un ventilateur d'un débit de 7000 mètres cubes d'air à la minute, à la pression de 150 millimètres d'eau permet de faire fonctionner les chaudières à l'allure maximum pendant les pointes des mois d'hiver. Les pompes d'alimentation et les ventilateurs à tirage forcé sont mus à la vapeur. Toutes les autres machines auxiliaires de la centrale sont au contraire à commande électrique et une turbine spéciale de 2000 kilowatts sert exclusivement à leur fournir le courant. En marche

normale, toute la vapeur est condensée et 3 pour cent seulement est perdue dans les purges, les souffleurs de suie, etc.

Centrale Calumet à Chicago. — La Commonwealth Edison Comp. a adopté pour cette centrale qui n'est pas encore entièrement achevée, des chaudières du même type que celles de Colfax. Chacune d'elles présente une surface de chauffe de 1400 mètres carrés et est timbrée à 25 kilos. Les cheminées en tôle ont 5 mètres de diamètre et s'élèvent à 50 mètres au-dessus des grilles. En plus de l'économiseur, à titre d'essai, on a installé sur certaines chaudières, un réchauffeur d'air du type à plateaux. Les fumées sortant de l'économiseur à 180 degrés quitteront le réchauffeur à 120 degrés, ce qui permettra de porter l'air de combustion à 90 degrés environ. Un des points caractéristiques de cette installation est l'importance de la surface prise par la salle de chauffe et les appareils de manutention mécanique du charbon, qui représente 60 pour cent de la superficie totale de la centrale. Dans la salle des machines, on installera six turbines de 30 000 kilowatts chacune.

Centrale Seward de la Penn Public Service Corporation. — Cette centrale de 100 000 kilowatts dont les premières unités ont été mises en marche en août 1921, comprendra 16 chaudières de 1480 mètres carrés de surface de chauffe, avec double foyer Underfeed, timbrées à 20 kilos, sans économiseur, et cinq turbo-alternateurs Westinghouse de 14 000 kilowatts chacun tournant à 1800 tours et consommant 5,32 kilos de vapeur surchauffée à 312° ctg. par kilowatt-heure.

Une nouvelle méthode pour le traitement des huiles minérales et son application à la liquéfaction du charbon (1). — Le développement de la technique moderne a donné lieu à une demande très grande de combustibles liquides à laquelle on ne peut satisfaire que par la mise continuelle en valeur de gisements nouveaux. Malheureusement, la plupart de ceux-ci, en particulier au Mexique et

(1) CHEMIKER ZEITUNG, n° 64; 28 mai 1921.

dans l'Ouest américain, sont relativement pauvres en composés de faible densité, les plus demandés, et sont riches au contraire en huiles lourdes et en asphalte, d'emploi moindre. On a donc été naturellement amené à étudier la transformation de ces éléments en essences légères et toute une industrie spéciale a ainsi pris naissance, principalement en Amérique. Les procédés les plus couramment employés pour la transformation des produits lourds en essences légères reposent sur le fractionnement moléculaire des hydrocarbures, réalisé en les chauffant sous pression à une haute température.

Dans ces conditions, les molécules se scindent, et donnent des produits plus légers avec dégagement de gaz méthane et formation de coke. Parmi les différentes méthodes opératoires utilisées, la plus répandue est celle de Burton. Elle convient très bien pour les huiles mi-lourdes, spécialement pour les types d'huiles à gaz, mais avec les huiles très denses et les asphaltes, elle donne de beaucoup moins bons résultats. Il se produit dans ce cas de grandes pertes de gaz et, par suite du volume important de coke formé, on éprouve en pratique de grandes difficultés à conduire l'opération. En fait, le problème de la transformation en produits légers des huiles lourdes et des asphaltes, qui forment la plus grande partie de la production mondiale, ne peut être considéré comme complètement résolu par ce procédé. Son principal inconvénient est la formation de grandes quantités de coke par la séparation de l'hydrogène dégagé pendant le chauffage.

De nombreux essais ont été faits en vue d'y remédier ; tout d'abord on voulut utiliser un catalyseur pour faciliter la réaction. Mais, ce moyen n'ayant pas donné de bons résultats, il fallut chercher autre chose.

En 1913, Bergius expérimenta dans son laboratoire un procédé permettant d'éviter l'appauvrissement de l'huile en hydrogène pendant le fractionnement moléculaire, en provoquant la réaction au sein d'une atmosphère d'hydrogène fortement comprimé. En opérant à température convenable, il obtenait l'effet désiré sans que la présence d'un catalyseur fût nécessaire. Cette méthode, applicable à tous les types d'huiles et aux résidus de leur distillation, fut le

point de départ du procédé Bergius, qui a pris une importance technique considérable. Grâce à lui, il est devenu possible de transformer presque complètement en essences légères les huiles lourdes, les asphaltes, les pétroles bruts, etc..., et cela sans formation appréciable de coke, ni perte de gaz. On a pu traiter de la même manière d'autres produits analogues, comme par exemple le goudron de lignite, et obtenir d'excellents résultats. Il est donc actuellement possible, en partant de n'importe quelle espèce d'huile lourde, brute ou raffinée, de tout rebut de distillation, etc , de retirer des essences légères et des huiles de densité moyenne en proportion variable au gré de l'opérateur, simplement en modifiant la durée de la réaction suivant les produits traités et ceux que l'on désire former.

On est également parvenu, par cette même méthode, à traiter la houille et à en réaliser la liquéfaction.

Berthelot avait déjà montré qu'il est possible de réduire la houille par l'action de l'acide iodhydrique. En se basant sur leurs travaux relatifs à la formation du charbon à partir de la cellulose et sur leurs études de sa nature chimique, le docteur Bergius et ses collaborateurs étaient arrivés à la conclusion qu'on pourrait le mettre en réaction avec l'hydrogène d'une manière analogue aux huiles lourdes.

Durant l'été de 1913, ils poursuivirent leurs recherches dans cette voie et, le 9 août de la même année, ils prenaient un brevet pour ce traitement spécial de la houille. On avait, en effet, reconnu qu'en chauffant le charbon à une température convenable en présence d'hydrogène à une pression comprise entre 100 et 200 atmosphères, il était possible de le transformer complètement et d'en réaliser la liquéfaction. Dans des conditions convenables d'opération, on arrive ainsi à liquéfier quatre-vingt-cinq pour cent d'un charbon renfermant cinq pour cent de cendres.

La mise au point pratique du procédé a pris toute une année et a été étudiée par la Société Th. Goldschmidt d'Essen, d'abord seule et ensuite en collaboration avec la Société pour l'Industrie du Pétrole de Nuremberg. Plus tard, les travaux ont été poursuivis par le *Consortium pour la Chimie du Charbon.*

La première installation industrielle a été montée l'an

passé (1920) à Mannheim-Rheinau, par la « Société Allemande des procédés Bergius pour la Chimie du charbon et des huiles minérales », filiale du Consortium de la Chimie du Charbon.

Les grandes difficultés qui se sont présentées au début pour la mise en pratique des méthodes et procédés du laboratoire ont pu être entièrement surmontées et, en adoptant une construction rationnelle pour les appareils à haute pression, on est parvenu à assurer une marche simple continue et sans danger de la fabrication.

Ce traitement du charbon, en vue de le transformer en un hydrocarbure liquide, paraît susceptible d'applications extrêmement intéressantes. Si, économiquement, le procédé se montre d'application réellement pratique, il n'y a pas de doute qu'il amènera des modifications profondes dans la manière d'utiliser la houille en la livrant à l'industrie sous une forme beaucoup plus avantageuse pour les opérations calorifiques.

M. Demanet,
Ingénieur Civil.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS (1)

Th. Moreux (Abbé). — Petit formulaire mathématique. Tables de logarithmes et tables diverses. — Un vol. de 90 pages (11 × 18). — Paris, Doin, 1922. — Prix : 5 fr.

Th. Moreux (Abbé). — Origine et formation des mondes. — Un vol. de XII-401 pages (14 × 23), avec 124 figures et 18 planches. — Paris, Doin, 1922.

Extrait de la table des matières : I. Formation des nébuleuses spirales. — 1. Le problème cosmogonique. — 2. Comment naissent les nébuleuses. — 3. Formation d'une nébuleuse spirale. — 4. Condensation de la nébuleuse. — II. Formation du système solaire. — 1. Conditions initiales de formation. — 2. Considérations générales sur le système solaire. — 3. Formation des planètes. — 4. Loi des distances planétaires. — 5. Le problème des Astéroïdes. — 6. Le monde cométaire. — 7. Les météores cosmogoniques ; étoiles filantes, bolides, lumière zodiacale. — 8. Origine et formation des comètes, des astéroïdes et des météores. — 9. Le problème des satellites. — 10. Formation des systèmes planétaires. — 11. Questions diverses. — 12. Résumé et conclusion. — Tableaux annexés.

G. Bigourdan, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. — Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires, suivi des tables auxiliaires relatives aux cadrans et aux calendriers. — Un vol. de 215 pages (14 × 23). — Paris, Gauthier-Villars, 1922. — Prix : 10 fr.

Extrait de la table des matières : Introduction. — I : *Cadrans solaires en général.* — II : *Cadrans équatoriaux.* — III : *Cadrans horizontaux.* — IV : *Cadrans verticaux en général.* — V : *Cadrans verticaux non déclinants.* — VI : *Cadrans verticaux déclinants.* — VII : *Accessoires divers.* — VIII : *Cadrans verticaux à heures temporaires.* — IX : *Cadrans plans inclinés.* — X : *Cadrans divers. Devises horaires.* — XI : *Cadrans de hauteur d'azimut. Cadrans analemmatiques.* — Complément I : *Instruments. Préparation d'un mur pour recevoir un cadran. Détermination de la méridienne, de la latitude, etc.* — Table I : *Des cordes.* — II et III : *Pour les cadrans verticaux.* — IV : *Pour les cadrans horizontaux.* — V : *Table indiquant le jour de la semaine auquel tombe le 1er janvier d'une année donnée.* — VI à IX : *Dates de Pâques ou de Fêtes mobiles.*

A Cargo de P.P. de la Compania de Jesus. — El sismografo « Berchmans » de la estacion sismologica de Cartuja (Granada). — Une broch. de 8 pages (15 × 21). — Sevilla, Eulogio de las Heras, 1921.

(1) La Revue mentionne dans cette liste les ouvrages envoyés à la Rédaction. Cette mention est, non une recommandation, mais un accusé de réception.

Marcel Lamotte, prof. de phys. à la Fac. des sc., chargé de cours à l'Institut électrotechn. de Toulouse. — COURS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE, à l'usage des élèves de l'Institut Électrotechnique et de Mécanique appliquée et des candidats au certificat de Mécanique appliquée. — Un vol. de 282 pages (25 × 16) avec 214 fig. — Paris, Gauthier-Villars, 1922. — Prix : 25 fr.

Table des matières : Mécanismes.—Chap. I : Organes de roulement. Galets. — II : Glissières. — III : Excentriques. 1. Excentrique à rainure. 2. Excentrique à cadre perpendiculaire. 3. Excentrique à cadre circonscrit. — IV : Engrenages. Construction des engrenages. Propriétés géométriques des engrenages. Crémaillère. Section méridienne des engrenages. Axes concourants. Axes non concourants. Trains d'engrenages. Trains épicycloïdaux. — V : Mécanismes différentiels. — VI : Bielles. Applications. — VII : Parallélogrammes et joints. — VIII : Cordes. — IX : Embrayages. — X : Machines. — XI : Résistances passives. Frottement de glissement. Applications. Frottement dans les glissières. Glissières de révolution. Glissières hélicoïdales. Résistance au roulement. Application à la traction. — XII : Cordes et courroies. — XIII : Effet des résistances passives dans les machines simples. Transmission par courroies. — XIV : Choc des corps solides. — XV : Machines en mouvement varié. Volants. Régulateurs proprement dits. — XVI : Étude physique du frottement. Lubrifiants.

Pierre Bouguer. — ESSAI D'OPTIQUE SUR LA GRADATION DE LA LUMIÈRE. — Un vol. de XX-129 pages (11 × 18) de la Collection : « Les maîtres de la pensée scientifique ». — Paris, Gauthier-Villars, 1921. — Prix : 3 fr.

Table des matières : Avertissement. — Notice Biographique. — Préface. — Essai d'optique sur la gradation de la lumière. — I. Méthode de mesurer la force de la lumière. — II. De la transparence et de l'opacité. — III. Méthode de calculer les forces qu'a la lumière en traversant différentes épaisseurs des corps transparents, lorsque les rayons sont sensiblement parallèles. — IV. Méthode de calculer les forces de la lumière, lorsque le corps lumineux n'est pas à une distance infinie. —V. De la diminution que souffre la lumière en traversant les corps qui ne sont pas de même densité.

J. J. Thomson. — ÉLECTRICITÉ ET MATIÈRE. Traduit de l'anglais par Maurice Solovine. Préface de M. Paul Langevin. — Un vol. de 133 pages (17 × 13) de la Collection « Science et Civilisation ». Exposés synthétiques du savoir humain. — Paris, Gauthier-Villars, 1922.

Table des Matières : I. Représentation du champ électrique par des lignes de force. — II. Masse électrique et masse liée. — III. Effets produits par l'accélération des tubes de Faraday. — IV. La structure atomique de l'électricité. — V. La constitution de l'atome. — VI. La radioactivité et les substances radioactives.

Max Born, Professeur à l'Université de Francfort. — LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE. TROIS CONFÉRENCES SUR L'ATOMISTIQUE PHYSIQUE : L'ATOME. DE L'ÉTHER MÉCANIQUE A LA MATIÈRE ÉLECTRIQUE. LE PASSAGE DE LA CHIMIE A LA PHYSIQUE. — Un vol. de 84 pages (15 × 25). Traduit par H. Bellenot, Ingénieur-chimiste diplômé de l'École polytechnique Fédérale de Zurich. — Paris, Blanchard, 1922. — Prix : 6 fr.

Note de l'éditeur : Physiciens, chimistes, étudiants en sciences, trouveront dans ce petit ouvrage concis et clair, l'exposé élémentaire et synthétique des théories sur la constitution de la matière, théories

qui sont, comme on sait, l'objet des préoccupations essentielles de la physique actuelle.

Maurice Gandillot. — ÉTHER OU RELATIVITÉ.— Un vol. de XIV-84 pages (18 × 12). — Paris, Gauthier-Villars, 1922. — Prix : 4.50 fr.

Note des éditeurs : L'éthérique explique très simplement les mêmes faits que la théorie relativiste : elle montre en même temps que cette dernière théorie repose sur une fausse interprétation de ses expériences fondamentales.

P. Janet, Membre de l'Institut. — PROBLÈMES ET EXERCICES D'ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE. — Un vol. de VII-253 pages (14 × 24). — Paris, Gauthier-Villars, 1921.

Table des matières : I. Introduction. — II. Électrostatique ; condensateur. — III. Magnétisme. — IV. Lois d'Ohm, de Kirchoff, de Joule. — V. Électromagnétisme. — VI. Induction.

P. Maurer, Professeur à l'École de Mécanique Industrielle. — MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN. INSTALLATIONS PARTICULIÈRES : ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE, SONNERIES, TABLEAUX, INDICATEURS. — Un vol. de 274 pages (10 × 16) avec 174 figures. — Paris, Baillière, 1921. — Prix : 8 fr.

Note de l'éditeur : Voici un ouvrage pratique, à la portée de tous, où sont condensés tous les éléments nécessaires à l'établissement d'une installation d'éclairage électrique. Il s'adressera aussi bien aux particuliers qu'à l'ouvrier et au technicien.

Extrait de la Table des matières : I. Distribution de l'énergie électrique. — II. Généralités. — III. Exécution des installations. — IV. Sonneries et tableaux indicateurs.

Jean Rouelle (colonel). — LA FONTE (TRAVAIL ET ÉLABORATION DE). — Un vol. de 193 pages (18 × 11), illustré de nombreuses figures. — Paris, Colin, 1922. — Prix : 5 fr.

Note de l'éditeur. Extrait : Cet ouvrage, qui donne, en un style clair et précis, les principes fondamentaux, les points essentiels et les détails les plus importants du travail de la fonte, a été écrit par un spécialiste qui a passé une grande partie de sa carrière dans les usines métallurgiques de l'industrie privée.

Bien qu'écrit par un homme de métier, ce livre n'est pas surchargé de détails et de termes techniques et, pour le lire ou l'étudier, il n'est besoin que de connaissances élémentaires en chimie.

Maurice Manquat, Docteur ès sciences naturelles. — LES TROPISMES DANS LE COMPORTEMENT ANIMAL. HISTORIQUE ET CRITIQUE DE LA QUESTION. — Un vol. de XVII-232 pages (17 × 25), avec 38 figures. — Nancy, R. Vagner, 1921.

Table des matières : Bibliographie. — Préliminaires. — Les Théoriciens. — Les expérimentateurs. — Les adversaires. — Discussion. — Expériences personnelles : Expériences sur Leucoma phaerrhaea ; Expériences sur Helix arbustorum. — Conclusions.

Paul Lemoine, Professeur de géologie au Muséum national d'histoire naturelle. — TRAITÉ GRAPHIQUE DE GÉOLOGIE (D'APRÈS JAMES GEIKIE : STRUCTURAL AND FIELD GEOLOGY). — Un vol. de VI-543 pages (16 × 25), avec 215 figures et 60 planches. — Paris, Hermann, 1922. — Prix : 40 fr.

Note de l'éditeur. Extrait : L'ouvrage débute par des notions de minéralogie et de pétrographie ; la partie stratigraphique est extrêmement réduite ; car elle n'intéresse que des spécialistes ; par contre, des chapitres entiers sont consacrés aux études sur le terrain et aux applications de la géologie (Formations métallifères ; Recherches de matériaux utiles ; Recherches d'eau ; Applications agricoles).

Ce *Traité Graphique de Géologie* s'adresse surtout aux personnes qui débutent en géologie et à tous ceux qui, sans vouloir être des géologues de métier, se destinent à des professions où quelques connaissances de géologie sont utiles ou même nécessaires.

R. P. Hoornaert, S. J. — C. Declairfayt, docteur en médecine. — **A. Hoornaert,** avocat. — BAPTÊME D'URGENCE POUR RAISONS MÉDICALES. — Un vol. de 32 pages (11 × 19). — Bruxelles, Action catholique, 1922. — Prix : 1 fr.

Table des matières : Préface. — Introduction. — Le sort des non-baptisés ; adultes non-baptisés ; enfants non-baptisés. — Baptême d'urgence : Qui faut-il baptiser ? Avec quoi faut-il baptiser ? Comment faut-il baptiser ? 1. Baptême par ablution. 2. Baptême des fœtus. 3. Baptême intra-utérin. — Césarienne et Baptême. 1. La mère est vivante. 2. La mère est morte. — Appendice : Qui doit intervenir si plusieurs personnes sont présentes ? — Conclusion.

Note de l'éditeur : Exposer de façon claire, exacte et complète quoique succincte, tout ce qu'il importe, dans la pratique courante, de connaître à cet égard, tel est le but que les auteurs ont tenté.

La présente brochure sur le baptême d'urgence sera envoyée gratuitement à tous les médecins, à toutes les accoucheuses de Belgique, ainsi qu'à toute personne à qui la chose peut être utile.

Toute correspondance à ce sujet devra être adressée à M. Paul Janssens, rue Keyenveld, 29, Bruxelles.

L. Lévy-Brühl, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne. — LA MENTALITÉ PRIMITIVE. — Un vol. de III-537 pages (14 × 23) de la Collection « Bibliothèque de philosophie contemporaine ». — Paris, Alcan, 1922. — Prix : 25 fr.

Extrait de la Table des matières : Introduction. — I. Indifférence de la mentalité primitive aux causes secondes. — II. Les puissances mystiques et invisibles. — III. Les rêves. — IV. Les présages. — V. Les présages (suite). — VI. Les pratiques divinatoires. — VII. Les pratiques divinatoires (suite). — VIII. Les Ordalies. — IX. L'interprétation mystique des accidents et des malheurs. — X. L'interprétation mystique des causes du succès. — XI. L'interprétation mystique de l'apparition des blancs et de ce qu'ils apportent. — XII. Le misonéisme dans les sociétés inférieures. — XIII. Les primitifs et les médecins européens. — XIV. Conclusion.

W. H. Holmes. — HANDBOOK OF ABORIGINAL AMERICAN ANTIQUITIES. PART. I. INTRODUCTORY TO THE LITHIC INDUSTRIES. — Un vol. de XVIII-38 pages (15-24). — Washington, Government Printing Office, 1919.

Howard C. Warren, Stuart Professor of Psychology at the University of Princeton. — A HISTORY OF THE ASSOCIATION PSYCHOLOGY. — Un vol. de IX-328 pages (13 × 20). — London, Constable, 1921.

Extrait de la Table des matières : I. Associationism. — II. Mental Association from Plato to Hume. — III. David Hartley and the earlier Associationists. — IV. James Mill and the later Associationists. — V. Evolutionary Associationism. — VI. Summary on English

Associationism. — VII. Continental Associationism. — VIII. Experimental Studies of Association. — IX. Nature and Laws of Association. — X. The Associational Analysis of mental States.

J. Larguier de Bancels, Professeur à l'Université de Lausanne. — INTRODUCTION A LA PSYCHOLOGIE. L'INSTINCT ET L'ÉMOTION. — Un vol. de 287 pages (20×23). — Paris, Payot, 1921.— Prix : 15 fr.

Extrait de la Table des matières : I. L'objet et les méthodes de la psychologie. — II. L'âme et le corps. — III. La conscience et le système nerveux. — IV. La moelle et le cerveau. — V. L'activité réflexe et l'activité cérébrale. — VI. L'instinct. — VII. L'émotion.

B. H. Streeter, M. A. (Oxon), Hon. D. D. (Edin.) et **A. J. Appatamy**, B. A. (Madras), M. A. (Harvard) B. D. (Hartford). — THE SADHY. — A STUDY IN MYSTICISM AND PRACTICAL RELIGION. — Un vol. de 264 p. (12×19). — London. Macmillan and C°, 1921.

Extrait de la Table des matières : I. The man and his making. — II. A mystic's Creed. — III. A mystic's Peace. — IV. A mystic's Way. — V. Ecstasy and Vision. — VI. Suffering, Sin ad Judgment. — VII. The Heart and the Head. — VIII. Nature and the Bible. — IX. Table Tack — X. An Indian Christianity. — Table of the Parables and Analogies.

Carra de Vaux (Baron). — LES PENSEURS DE L'ISLAM. — Vol. I. LES SOUVERAINS, L'HISTOIRE ET LA PHILOSOPHIE POLITIQUE. — Un vol. de VII-383 pages (12×19). — Paris, Geuthner, 1921.

Extrait de la Table des matières : I. Les Souverains. — II. Les Souverains (suite). — III. Les Historiens arabes. — IV. Les Historiens arabes (suite).— V. Les historiens Persans et historiens des Mongols. — VI. Les historiens Turcs. — VII. La philosophie politique. — VIII. Les proverbes et les contes.

Vol. II. LES GÉOGRAPHES, LES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES. Un vol. de 400 pages.

Extrait de la Table des matières : I. Les Géographes. — II. Les Géographes (suite).— III. Les marins et la science nautique.—III bis. Les Géographes (suite). Les grands voyageurs. — IV. Les sciences exactes. L'arithmétique et l'algèbre. — V. Les sciences exactes (suite). La géométrie. — VI. La mécanique. — VII. L'astronomie. — VIII. L'astronomie (suite). — IX. Les sciences naturelles. La médecine. — X. Les sciences naturelles (suite). L'histoire naturelle. — XI. Les sciences naturelles (suite). Minéralogie et alchimie.

E. Dinet et Sliman Ben Ibrahim. — L'ORIENT VU DE L'OCCIDENT. — Un vol. de 104 pages (13×19). — Paris, Geuthner, 1922.

Table des matières : Avertissement. I. Premières impressions. — II. Étude critique des ouvrages du Père Lammens. — III. Discussion de la thèse soutenue par M. Casanova, professeur au Collège de France, dans son ouvrage intitulé : « Mahomed et la fin du monde ». — IV. Critique de l'argument « e silentio ». — V. Conclusion générale de l'étude sur l'interprétation occidentale de l'Histoire orientale.

Ign. Guidi. — L'ARABE ANTÉISLAMIQUE. QUATRE CONFÉRENCES DONNÉES A L'UNIVERSITÉ ÉGYPTIENNE DU CAIRE EN 1909. — Un vol. de 88 pages (11×17). — Paris, Geuthner, 1921.

Table des matières : I. Les royaumes de l'Arabie méridionale et centrale avant Mahomet. — II. Les progrès intellectuels chez les Arabes. — III. Les progrès matériels. — IV. Les Arabes du sud et l'Abyssinie.

Henri Cordier, membre de l'Institut, professeur à l'École des langues orientales. — LA CHINE. — Un vol. de 138 pages (10 × 16), de la Collection Payot. — Paris, Payot, 1921. — Prix : 4 fr.

Extrait d'une note de l'éditeur : L'ouvrage est divisé en deux parties : dans la première il donne la description du pays, traitant en particulier de l'ethnographie, de la géographie, de la population, des religions, de l'administration, de l'armée, de la marine, des douanes et du commerce, des ports ouverts au commerce étranger, etc.... ; dans la deuxième partie, M. Henri Cordier conduit l'histoire de la Chine depuis les époques les plus anciennes jusqu'à nos jours.

Emile Meyerson. — DE L'EXPLICATION DANS LES SCIENCES. — Deux vol. de XIV-338 et de 469 pages (14 × 23). — Paris, Payot, 1921. — Prix : 40 fr.

Extrait de la Table des matières : A. I. Les deux constatations fondamentales. 1. La science exige le concept de chose. 2. La science recherche l'explication. — II. La marche de l'explication. 3. La déduction. 4. La rationalité postulée. 5. L'identité et l'identification. 6. L'irrationnel. 7. Les phénomènes biologiques. 8. Les modalités de l'explication spatiale. 9. Les possibilités de l'explication scientifique. 10. L'état de puissance. — B. III. L'explication globale. 11. La tentative de Hegel. 12. Les objections de Schelling. 13. Hegel et Comte. 14. Hegel, Descartes et Kant. — IV. Raison scientifique et raison philosophique. 15. La science et les systèmes philosophiques. 16. Encore la rationalité du réel. 17. Le paradoxe épistémologique. 18. L'unité de la raison humaine. Appendices.

Branislav Petronievics, Docteur en Philosophie. — L'ÉVOLUTION UNIVERSELLE. — Un vol. de VIII-212 pages (13 × 20). — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 7.50 fr.

Extrait de la Table des matières : I. L'évolution mondiale, inorganique et organique. A. Les bases générales de l'évolution. 1. Le développement historique de l'idée évolutionniste. 2. Les définitions fondamentales. 3. L'évolution mondiale. — B. L'évolution inorganique. — C. L'évolution organique.

Jacques Duhelly. — PHILOSOPHIE DE LA GUERRE. — Un vol. de 217 pages (12 × 19) de la collection « Les Questions actuelles ». — Paris, Alcan, 1921. — Prix : 8 fr.

Table des matières : I. L'évolution du monde matériel. — II. La guerre, agent de transformation sociale. — III. Despotisme de la guerre. — IV. Caducité des formules souveraines et des principes sacrés. — V. Le machinisme dans la bataille. — VI. Développement et cristallisation du front de bataille. — VII. Frivolité des hypothèses de percée. — VIII. Impossibilité de la victoire écrasante. — IX. Fusion et confusion de la tactique et de la stratégie. — X. Conciliation et réconciliation de l'offensive et de la défensive. — XI. Éclipse totale et réapparition partielle de la manœuvre. — XII. Elasticité de la défense. — XIII. Rigidité de l'attaque et de la guerre elle-même. — XIV. Structure et portée de l'élément moral. — XV. L'esprit public et la guerre. — XVI. L'esprit public et l'après-guerre.

Roger Picard, agrégé des Facultés de Droit. — LE CONTRÔLE OUVRIER SUR LA GESTION DES ENTREPRISES. — Un vol. de 280 pages (12 × 19). — Paris, Rivière, 1922. — Prix : 4.50 fr.

Extrait d'une note de l'éditeur : Le contrôle ouvrier suscite, depuis quelque temps, tout un mouvement d'idées et de faits sociaux. C'est ce mouvement que M. Roger Picard décrit en une succession

de chapitres copieusement documentés, et d'une lecture néanmoins accessible.

Extrait de la Table des matières : I. Les projets. — II. L'expérience du contrôle ouvrier. Les lois positives. — III. Le contrôle ouvrier et l'initiative privée.

Joseph Wilbois, Directeur de l'École d'administration et d'affaires. — LA NOUVELLE ÉDUCATION FRANÇAISE. — Un vol. de 404 pages (19 × 12). — Paris, Payot, 1922. — Prix : 10 fr.

Extrait de la Table des matières : I. La société de demain. 1. La méthode sociologique en éducation. 2. Les caractères de la génération prochaine. 3. Les traditions des générations passées. — II. L'âme de l'enfant. 1. La méthode psychologique en éducation. 2. L'activité chez l'enfant. 3. L'intelligence chez l'enfant. — III. La révolution nécessaire en éducation. 1. La réorganisation générale. 2. La culture physique. 3. La culture de l'activité : détails de réalisation. 4. La culture intellectuelle : détails de réalisation. 5. Les éducateurs. 6. La sélection des élèves. — Conclusion : Le problème de la production et le problème de la destinée.

Giuseppe de Lorenzo. — LEONARDO DA VINCI E LA GEOLOGIA. — Un vol. de 197 pages (16 × 24). — Bologna, Zanichelli, 1921.

Table des matières : I. La geologia prima di Leonardo. — II. La geologia di Leonardo. — III. La geologia dopo Leonardo. — Conclusione. — Indice alfabetico.

Adolfo Venturi. — LEONARDO DA VINCI PITTORE. — Un vol. de 196 pages (16 × 24), avec 138 reproductions. — Bologna, Zanichelli, 1921.

Ire Partie : Note storiche sulle pitture di Leonardo.
IIe Partie : Le opere pittoriche di Leonardo.
IIIe Partie : Regesti dell'opera pittorica di Leonardo.

Lionelli Venturi. — LA CRITICA E L'ARTE DI LEONARDO DA VINCI. — Un vol. de 205 pages (16 × 24). Avec reproductions dans le texte. — Bologna, Zanichelli, 1921.

Extrait de la Table des matières : I. La critica di Leonardo. 1. Premesse teoriche. 2. La visione della natura. 3. La posizione storica. 4. Le preferenze artistiche. 5. Esigenze intellettuali. — II. L'arte di Leonardo. 1. La tradizione critica sull'arte di Leonardo. 2. L'arte di Leonardo.

Pierre Villey, Professeur à la Faculté des Lettres de Caen. — ESSAIS DE MONTAIGNE. Tome I, vol. de XXVIII-422 pages (12 × 19). — Paris, Alcan, 1922. — Prix : 10 fr.

Nouvelle édition conforme au texte de l'exemplaire de Bordeaux avec les additions de l'édition posthume, l'explication des termes vieillis et la traduction des citations, une chronologie de la vie et de l'œuvre de Montaigne, des notices et un index.

Iberica. — Revue hebdomadaire illustrée. — Tortosa (Espagne), Apartado Correos, 9.

Au début de cette année a paru un numéro spécial particulièrement remarquable de cette publication, qui occupe une place de choix parmi les revues techniques de langue espagnole. Créé pour divulguer et stimuler les progrès scientifiques de l'Espagne et ses relations avec l'Amérique latine, cet organe, grâce à de nombreux collaborateurs spécialistes, offre à ses lecteurs des informations sûres et multiples sur le mouvement scientifique et intellectuel dans ces pays.

TABLE DES MATIÈRES

DU

PREMIER VOLUME (QUATRIÈME SÉRIE)

TOME LXXXI DE LA COLLECTION

Livraison de janvier 1922

La science et la résurrection de la Pologne, par **M. le Dr Guermonprez** 5

Pierre Duhem et la théorie physique, par le **P. V. Schaffers, S. J.** 42

Les propriétés électriques des colloïdes, par **M. W. Mund** 74

L'homme de Broken-Hill, par le **P. Pierre Charles, S. J.** 95

La carte des anciennes provinces belges, du Général Ferraris, par **M. B. Lefebvre** 110

L'extraction du charbon aux États-Unis, par le **P. J. Charles, S. J.** 140

Le grands problèmes monétaires. II. Le change, par **M. F. Baudhuin.** 155

Variétés. — I. A propos de l'homme fossile, par les **RR. PP. Mainage** et **P. Charles.** 175

II. Notes sur la baguette divinatoire, par **M. Charles Poisson** 185

Bibliographie. — I. La vie et les travaux du Chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799). Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle, par Jean Mascart, **H. Bosmans** 192

II. Paul Tannery. Mémoires scientifiques, tome IV, publié par J. Heiberg, **H. Bosmans.** 194

III. Guida allo studio della Storia delle Matematiche, par G. Loria, **H. Bosmans.** 197

IV. Pour comprendre l'arithmétique. Pour comprendre l'algèbre, par Th. Moreux, **R. Allard** . . . 199

V. I. Éléments d'analyse mathématique, par Paul Appell ; II. Éléments de la Théorie des Vecteurs et de la Géométrie analytique, par P. Appell, **H. D.** 200
VI. Traité de Nomographie. Étude générale de la représentation graphique cotée des équations à un nombre quelconque de variables. Applications pratiques, par M. d'Ocagne, **É. Goedseels.** . . 202
VII. Géométrie perspective, par M. Émanaud, **Ph. du P.** 207
VIII. Dynamique appliquée, par L. Lecornu, **Ph. du P.** 210
IX. Le destin des Étoiles, par Svante Arrhenius, **M. Alliaume** 211
X. Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences, par G. Boussinesq, **M. Alliaume** . 212
XI. Leçons élémentaires de Physique expérimentale, par J. Tillieux, **D. T.** 221
XII. L'œuvre scientifique de Sadi Carnot. Introduction à l'étude de la Thermodynamique, par É. Ariès, **H. Dopp.** 223
XIII. I. Temps, espace, matière. Leçons sur la théorie de la Relativité générale, par H. Weyl ; II. Einstein et l'univers, par Ch. Nordmann ; III. La matière et l'énergie selon la théorie de la relativité et la théorie des quanta, par L. Rougier, **H. D.** 224
XIV. Le édifices physico-chimiques. Tome I : L'atome sa structure, sa forme, par le Dr Achalme, **J. Pauwels, S. J.** 226
XV. Méthodes actuelles d'expertise, par A. Kling, **H. S.** 229
XVI. Précis de Physiologie végétale, par L. Maquenne, **R. Lange, S. J.** 231
XVII. Prehistory. A study of early cultures in Europe and the Mediterranean basin, par Burkitt, **P. Charles, S. J.** 231
XVIII Études de préhistoire crétoise. Tylissos à l'époque Minoenne, par J. Huzzidakis, **J. Claerhout** . . 234
XIX. Mission archéologique en Arabie. Coutumes des Fuqara, par les **RR. PP.** Jaussen et Savignac, **J. Claerhout** 237
XX. Les principaux résultats des nouvelles fouilles de Suze, par P. Cruveilhier, **G. S.** 239
XXI. Abou Yousof Ya Koub, par E. Fagnan, **G. S.** . . 240
XXII. 1. The essentials of mental Measurement, par W. Brown ; 2. Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel, par J. M. Lahy ;

3. Mécanismes communs aux phénomènes disparates, par M. Pétrovitch, **J. Maréchal, S. J.** . 241
XXIII. 1 Rôle des colloïdes chez les êtres vivants, par A. Lumière ; 2. Le mouvement scientifique contemporain en France. Les sciences naturelles, par G. Matisse. — Les agents physiques et la Physiothérapie, par P. Boulan, **J. Maréchal, S. J.** 247
XXIV. Introduction générale à l'étude des doctrines hindoues, par R. Guénon, **J. Maréchal, S. J.** . 250
XXV. Traité comparatif des nationalités, par A. Van Gennep, **V. Fallon** 252
XXVI. Rapport général du Comité national de Secours et d'Alimentation 253
XXVII. Histoire générale de la Chine depuis les temps les plus anciens jusqu'à la dynastie Mandchoue, par H. Cordier, **F. Jansen, S. J.** 254
XXVIII. Nos fils seront-ils enfin des hommes ? Notes d'un éducateur spiritualiste, par R. Nussbaum, **J. Misson** 259
Revue des recueils périodiques.
Ethnographie, par **M. J. Claerhout**. 261
Entomologie, par le **P. L. Navas, S. J.** 273
Ouvrages récemment parus 280

Livraison d'avril 1922

Le comportement animal. Insuffisance radicale de la théorie des tropismes, par **M. Maurice Manquat** . 293
La guerre sous-marine, par **M. Charles Poisson** . . . 309
La Belgique et les réparations, par **M. F. Baudhuin** . 335
Le trafic du charbon aux États-Unis, par le **P. J. Charles, S. J.** 353
Guillaume de Moerbeke et le traité des corps flottants d'Archimède, par **M. H. Bosmans** 370
Variétés. — I. Le P. Achille Gerste, S. J., par **H. B.** . . 389
II. L'œuvre de l'encouragement des études supérieures dans le clergé, par le **P. François Jansen, S. J.** 394
III. Le poids de la lumière, par **M. É. Delaye** . . 396
IV. Ancienne Médecine arabe, par **J. M., S. J.** . . . 403
V. La construction des ballons dirigeables en Allemagne pendant la guerre, par **M. M. Demanet**. 420

BIBLIOGRAPHIE. — I. Descartes savant, par Gaston Milhaud, **H. Bosmans** 428
II. Précis d'arithmétique, par J. Poirée, **R. A.** . . . 430
III. Introduction à l'étude des fonctions elliptiques, par Pierre Humbert, **C. V. P.** 430
IV. Principios de analysis matematico, par le P. E. de Echaguibel, S. J., **H. D.** 431
V. Cours complet de mathématiques spéciales. — Exercices du Cours de Mathématiques spéciales, par J. Haag, **M. O.** 432
VI. L'œuvre scientifique de Laplace, par H. Andoyer. — Annuaire pour l'an 1922, publié par le Bureau des Longitudes, **M. Alliaume**. 435
VII. Théorie mathématique des Assurances, par P. J. Richard. — Turbines à vapeur, par F. Cordier, **Ph. du P.** 438
VIII. Éléments de mécanique à l'usage des ingénieurs. Résistance des matériaux, par R. d'Adhémar, **C. V. P.** 445
IX. L'industrie électrique, par Ch. Proteus Steinmetz, **G. Gillon**. 446
X. Esquisse d'une histoire de la technique, par A. Vierendeel. — Moderne Magnetik, par F Auerbach. — Analogies mécaniques de l'électricité, par J. B. Pomey. — La Physique théorique nouvelle, par J. Pacotte. — L'éther actuel et ses précurseurs, par E. M. Lemeray, **H. Dopp**. 447
XI. La théorie de la relativité d'Einstein, par le P. Th. Wulf, S. J., traduit par le P. H. Dopp, S. J., **V. S** 452
XII. Traité de chimie générale, par W. Nernst, traduit par A. Corvisy. — Méthodes actuelles d'expertise, par A. Kling. — Principes de l'analyse chimique, par V. Auger, **J. Pauwels, S. J.** 452
XIII. Hydrologie et hydroscopie, par P. Landesque. — Les baguettes des sourciers et les forces de la nature, par H. Mager, **Ch. Poisson**. 458
XIV. Notions de géographie générale, par P. Dalle. — Le bilan géographique pour 1921, par P. Dalle, **L.** 462
XV. Les gisements de pétrole, par J. Chautard, **J. C.** 465
XVI. Plant Genetics, par J. C. Coulter et M C. Coulter. — L'hérédité, par É. Rabaud, **R. Devisé, S. J.** 466
XVII. Le monde social des fourmis du globe comparé à celui de l'homme, par A. Forel. — Die Gastpflege der Ameisen, par M. Wassmann. — Blue green Caterpillars, par J. H. Gerould, **F. Carpentier**. 468

XVIII. Traité d'embryologie des vertébrés, par A. Brachet, **C. Lepoutre**. 472
XIX. The Inconscious, par Morton Prince. — Introduction à la Psychanalyse, par S. Freud, traduit par le Dr Jankélévitch. — Instinct and the inconscious, par W. H. R. Rivers. — L'évolution des facultés conscientes, par J. Varendonck. — Psychologie de l'hygiène, par le Dr Chavigny, **J. Maréchal, S. J.** 474
XX. Pasteur et son œuvre, par L. Descour, Dr **R. W.** 484
XXI. A text-book of european Archaeology, par Macalister. — La civilisation assyro-babylonienne, par Contenau, **Pierre Charles, S. J.** 486
XXII. Les Indo-européens, par A. Carnoy, **J. Levie**. . 490
XXIII. Adonis. Étude des religions orientales comparées, par J. Frazer, **G. S.** 494
XXIV. Problèmes actuels de l'économique. — La personnalité civile des associations sans but lucratif et des établissements d'utilité publique, par J. Goedseels. — Les changes étrangers, par J. Decamps, **V. Fallon, S. J.**. 495
XXV. La science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains, par M. Boll, **H. D.** 498
XXVI. L'énigme du monde et sa solution selon Charles Secrétan, par Frank Abauzit, **P. C.** 499
XXVII. L'art et l'histoire, par P. Lorquet, **F. Jansen, S. J.** 500
XXVIII. La sculpture grecque, par H. Lechat, **L. S.** . . 502
Revue des Recueils périodiques.
Physique, par **M. H. Dopp** 503
Productions coloniales, par **M. É. De Wildeman** . 530
Sciences techniques, par **M. M. Demanet** 539
Ouvrages récemment parus 563

Louvain. — Imp. F. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME I — 20 JANVIER 1922

(QUARANTE ET UNIÈME ANNÉE ; TOME LXXXI DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(MM. F. Willaert et H. Dopp)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11
Compte chèques postaux 38022

1922

LIVRAISON DE JANVIER 1922

I. LA SCIENCE ET LA RÉSURRECTION DE LA POLOGNE, par **M. le Dr Guermonprez**, p. 5.

II. PIERRE DUHEM ET LA THÉORIE PHYSIQUE, par le **P. V. Schaffers, S. J.**, p. 42.

III. LES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DES COLLOÏDES, par **M. W. Mund**, p. 74.

IV. L'HOMME DE BROKEN HILL, par le **P. P. Charles, S. J.**, p. 95.

V. LA CARTE DES ANCIENNES PROVINCES BELGES, DU GÉNÉRAL FERRARIS, par **M. B. Lefebvre**, p. 110.

VI. L'EXTRACTION DU CHARBON AUX ÉTATS-UNIS, par le **P. J. Charles, S. J.**, p. 140.

VII. LES GRANDS PROBLÈMES MONÉTAIRES. II. LE CHANGE, par **M. F. Baudhuin**, p. 155.

VIII. VARIÉTÉS. — I. *A propos de l'homme fossile*, par les **RR. PP. Mainage** et **P. Charles**, p. 175. — II. *Notes sur la baguette divinatoire*, par **M. Charles Poisson**, p. 185.

IX. BIBLIOGRAPHIE. — I. La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799). Épisodes de la vie scientifique au XVIIIe siècle, par Jean Mascart, **H. Bosmans**, p. 192. — II. Paul Tannery. Mémoires scientifiques, tome IV, publié par J. L. Heiberg, **H. Bosmans**, p. 194. — III. Guida allo studio della Storia delle Matematiche, par Gino Loria, **H. Bosmans**, p. 197. — IV. Pour comprendre l'arithmétique. Pour comprendre l'algèbre, par Th. Moreux, **R. Allard**, p. 199. — V. 1. Éléments d'analyse mathématique, par Paul Appell; 2. Éléments de la Théorie des Vecteurs et de la Géométrie analytique, par P. Appell, **D. D.**, p. 200. — VI. Traité de Nomographie. Étude générale de la représentation graphique cotée des équations à un nombre quelconque de variables. Applications pratiques, par Maurice d'Ocagne, **É. Goedseels**, p. 202. — VII. Géométrie perspective, par M. Emanaud, **Ph. du P.**, p. 207. — VIII. Dynamique appliquée, par L. Lecornu, **Ph. du P.**, p. 210. — IX. Le destin des étoiles, par Svante Arrhénius, **M. Alliaume**, p. 211. — X. Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences, par J. Boussinesq, **M. Alliaume**, p. 212. — XI. Leçons élémentaires de Physique expérimentale, par J. Tillieux, **D. T.**, p. 221. — XII. L'œuvre scientifique de Sadi Carnot. Introduction à l'étude de la Thermodynamique, par E. Ariès, **H Dopp**, p. 223 — XIII. 1. Temps, espace, matière. Leçons sur la théorie de la relativité générale, par H. Weyl; 2. Einstein et l'univers, par Charles Nordmann; 3. La matière et l'énergie selon la théorie de la relativité et la théorie des quanta, par Louis Rougier, **H. D.**, p. 224. — XIV. Les édifices physico-chimiques. Tome I : L'atome, sa structure, sa forme, par le Dr Achalme, **J. Pauwels, S. J.**, p. 226. — XV. Méthodes actuelles d'expertise, employées au laboratoire municipal de Paris, par A. Kling, **H. S.**, p. 229. — XVI. Précis de physiologie végétale, par L. Maquenne, **R. Lange**, p. 231. — XVII. Prehistory. A study of early cultures in Europe and the mediterranean basin, par Burkitt, M. C., **P. Charles, S. J.**, p. 231. — XVIII. Étude de préhistoire crétoise. Tylissos à l'époque minoenne, par J. Huzzidakis, **J. Claerhout**, p. 234. — XIX. Mission archéologique en Arabie. Coutumes des Fuqara, par les RR. PP. Jaussen et Savignac, **J. Claerhout**, p. 237. — XX. Les principaux résultats des nouvelles fouilles de Suse, par P. Cruveilhier, **G. S.**, p. 239. — XXI. Abou Yousof Ya' Koub, par E. Fagnan, **G. S.**, p. 240. — XXII. 1. The essentials of mental measurement par W. Brown; 2. Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel, par J. M. Lahy; 3. Mécanismes communs aux phénomènes disparates, par M. Pétrovitch, **J. Maréchal, S. J.**, p. 241. — XXIII. 1. Rôle des colloïdes chez les êtres vivants, par A. Lumière; 2. Le mouvement scientifique contemporain en France. Les sciences naturelles, par G. Matisse; — Les agents physiques et la Physiothérapie, par P. Boulan, **J. Maréchal, S. J.**, p. 247. — XXIV. Introduction générale à l'étude des doctrines hindoues, par R. Guénon, **J. Maréchal, S. J**, p. 250. — XXV. Traité comparatif des Nationalités, par A. Van Gennep, **V. Fallon**, p. 252. — XXVI. Rapport général du Comité national de Secours et d'Alimentation, p. 253 — XXVII. Histoire générale de la Chine depuis les temps les plus anciens jusqu'à la chute de la dynastie Mandchoue, par H. Cordier, **F. Jansen, S. J.**, p. 254 — XXVIII. Nos fils seront-ils enfin des hommes? Notes d'un éducateur spiritualiste, par R. Nussbaum, **J. Misson, S. J.**, p. 259.

X. REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Ethnographie, par **J. Claerhout**, p. 261. — Entomologie, par le **P. L. Navas, S. J.**, p. 273.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS, p. 280.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXIX, 1875 à 1920. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**
(t. XL, 1921) . . . . . fr. **30 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, 1902 à 1921. Trente volumes. Quatrième série commencée en 1922. Les deux volumes annuels, in-8°, avant 1920, fr. **20,00** ; à partir de 1920, fr. **40,00.**

Le fascicule trimestriel, avant 1920, fr. **6,00** ; à partir de 1920, fr. **10,00.**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de . fr. **5 00** (pour les abonnés 2 fr.)

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **11 25**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pp. (1904) (épuisé) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Éd. Van der Smissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905). . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. *Introduction*, Éd. Van der Smissen. I. *La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque*, H. Francotte. II. *Bruges au Moyen âge*, G. Eeckhout. III. *Barry*, H. Laporte. IV. *Beira*, Ch. Morisseaux. V. *Liverpool*, P. de Rousiers. VI. *Anvers*, E. Dubois et M. Theunissen. VII. *Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne*, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans (Épuisé) (1). — **T. II.** VIII. *Londres*, G. Eeckhout. IX. *Délos*, A. Roersch. X. *Rotterdam*, J. Charles. XI. *Gênes au Moyen âge*, J. Hanquet. XII. *Marseille*, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. — **T. III.** XIII. *Le Port moderne de Gênes*, M. Theunissen. XIV. *Ostende*. L.-Th. Léger. XV. *Jaffa*, P. Gendebien. XVI. *Lisbonne*, Ch. Morisseaux. XVII. *Le Havre*, G. Blondel. XVIII. *Hambourg*, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. *Rio-de-Janeiro*, F. Georlette. XX. *Han-Kow*. A. Vanderstichele. Prix : 3 francs. — **T. IV.** XXI. *Barcelone et Bilbao*, J. Charles. XXII. *Buenos-Aires*, M. Theunissen. XXIII. *Brême*, J. Charles. XXIV. *New York*, Paul Hagemans. XXV. *Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent*, Alphonse Roersch. XXVI. *Shanghaï*, A. A. Fauvel. XXVII. *Zeebrugge*, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. — **T. V.** XXVIII. *Rouen*. G. Blondel. XXIX. *Montréal*, M. Dewavrin. XXX. *Seattle et Tacoma*. M. Rondet-Saint. XXXI. *Trieste, Fiume, Venise*. M. Dewavrin. XXXII. *Venise au Moyen âge*, C. Terlinden. XXXIII. *Les ports du Nord-Est de l'Angleterre*, J. Meuwissen. — *Conclusions*, G. Blondel. — *Appendices : L'administration des Ports*, J. Charles, S. J.- *L'industrie des transports maritimes*, H. Mansion. Prix : 3 francs

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8° de 48 pages (1907) . . . . . fr. **0 75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in 8° de 29 pages (1908). fr. **0 75**

Éd. de Moreau. La Bibliothèque de l'Université de Louvain « 1636-1914». Un vol. in-8° de 114 pp., avec 10 planches hors texte (1918) . fr. **4 00**

E. Ariès, correspondant de l'Institut. Thermodynamique. Propriétés générales des fluides. Un vol. in-8° de 68 pages (1920) . . . . . fr. **4 00**

B. Lefebvre, S. J. Notes d'Histoire des Mathématiques (Antiquité et Moyen-Age). Un vol. in-8° de IV-154 pages (1920) . . . . . fr. **3 00**

M. Alliaume. Revue annuelle d'Astronomie (1920). Un vol. de 44 pp. (20×13) . . . . . fr. **1 50**

---

(1) On peut trouver les articles de ce premier volume épuisé dans les livraisons d'avril et juillet 1906 de la *Revue des Questions scientifiques*.

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

QUATRIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de trois séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901) ; la **troisième**, 30 volumes (1902-1921). La livraison de janvier 1922 inaugure la **quatrième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **37 francs** par an pour la Belgique, **39 francs** pour la France et **44 francs** pour les autres pays. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles jouissent d'une réduction de **5 francs**.

L'abonnement court jusqu'à ordre contraire.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

La **table analytique des trente volumes de la troisième série**, (51e à 80e de la collection), paraîtra prochainement.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au Secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.* Compte chèques postaux n° 38022.

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au Secrétariat.

Louvain. — Imp. F. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

5.06(493) R.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME I — 20 AVRIL 1922

(QUARANTE ET UNIÈME ANNÉE ; TOME LXXXI DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(MM. F. Willaert et H. Dopp)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11
Compte chèques postaux 38022

—

1922

LIVRAISON D'AVRIL 1922

I. LE COMPORTEMENT ANIMAL. L'INSUFFISANCE RADICALE DE LA THÉORIE DES TROPISMES, par **M. Maurice Manquat**, p. 293.

II. LA GUERRE SOUS-MARINE, par **M. Charles Poisson**, p. 309.

III. LA BELGIQUE ET LES RÉPARATIONS, par **M. F. Baudhuin**, p. 335.

IV. LE TRAFIC DES CHARBONS AUX ÉTATS-UNIS, par le **P. J. Charles, S. J.**, p. 353.

V. GUILLAUME DE MOERBEKE ET LE TRAITÉ DES CORPS FLOTTANTS D'ARCHIMÈDE, par **M. H. Bosmans**, p. 370.

VI. VARIÉTÉS. — I. *Le P. Achille Gerste, S. J.*, par **H. B.**, p. 389. — II. *L'œuvre de l'encouragement des études supérieures dans le clergé*, par le **P. François Jansen, S. J.**, p. 394. — III. *Le poids de la lumière*, par **M. Émile Delaye**, p. 396. — IV. *Ancienne Médecine arabe*, par **J. M., S. J.**, p. 403. — V. *La construction des ballons dirigeables en Allemagne pendant la guerre*, par **M. Demanet**, p. 420.

IX. BIBLIOGRAPHIE. — I. Descartes savant, par Gaston Milhaud, p. 428, **H. Bosmans**. — II. Précis d'arithmétique, par J. Poirée, p. 430, **R. A.** — III. Introduction à l'étude des fonctions elliptiques, par Pierre Humbert, p. 430, **C. V. P.** — IV. Principios de analysis matematico, par le P. E. de Echaguibel, S. J., p. 431, **H. D.** — V. Cours complet de mathématiques spéciales, par J. Haag, p. 432, **M. O.** VI. L'œuvre scientifique de Laplace, par H. Andoyer, p. 435 ; Annuaire pour l'an 1922, publié par le Bureau des Longitudes, p. 436, **M. Alliaume.** — VII. Théorie mathématique des assurances, par P. J. Richard, p. 438 ; Turbines à vapeur, par F. Cordier, p. 443, **Ph. du P.** VIII. Eléments de mécanique à l'usage des ingénieurs. Résistance des matériaux, par Robert d'Adhémar, p. 445, **C. V. P.** — IX. L'industrie électrique, par Charles Proteus Steinmetz, p. 446, **G. Gillon.** — X. Esquisse d'une histoire de la technique, par A. Vierendeel, p. 447. Moderne Magnetik, par Felix Auerbach, p. 448 ; Analogies mécaniques de l'électricité, par J. B. Pomey, p. 449 ; La physique théorique nouvelle, par Julien Pacotte, p. 455 ; L'éther actuel et ses précusseurs par E. M. Lémeray, p. 451, **H. Dopp.** XI. La théorie de la relativité d'Einstein, par le Th. Wulf, S. J., traduit par le P. H. Dopp, S. J., p. 452. **V. S.** — XII. Traité de chimie générale, par Nernst, traduit par A. Corvisy, p.452 ; Méthodes actuelles d'expertises, par André Kling, p. 455 ; Principes de l'analyse chimique, par Victor Auger, p. 456, **J. Pauwels, S. J** — XIII. Hydrologie et hydroscopie, par P. Landesque, p. 458 ; Les baguettes des sourciers et les forces de la nature, par Henri Mager, p. 459, **Ch. Poisson,** — XIV. Notions de géographie générale, par Paul Dalle, p. 462 ; Le bilan géographique pour 1921, par Paul Dalle, p. 465, **L.** — XV. Les gisements de pétrole, par Jean Chautard, p. 465, **J. C.** — XVI. Plant genetics, par J. C. Coulter et M. C. Coulter, p. 466 ; L'hérédité, par Étienne Rabaud, p. 467. **R. Devisé, S. J.** — XVII. Le monde social des fourmis du globe comparé à celui de l'homme, par A. Forel, p. 468 ; Die Gastpflege der Ameisen, par E. Wassmann, S.J., p. 469 ; Blue green caterpillars, par J. H. Gerould, p. 470, **F. Carpentier.** — XVIII. Traité d'embryologie des vertébrés, par A. Brachet, p. 472, **C. Lepoutre.** — XIX. The Inconscious, par Morton Prince, p. 474 ; Introduction à la psychanalyse, par Sigm. Freud, traduit par le Dr Jankélévitch, p. 476 ; Instinct and the inconscious par W. H. R. Rivers, p. 480 ; L'évolution des facultés conscientes, par J. Varendonck, p. 482 ; Psychologie de l'hygiène, par le Dr Chavigny, p. 483, **J. Maréchal, S. J.** — XX. Pasteur et son œuvre, par L. Descour, p. 484, **Dr R. W.** — XXI. A Text-Book of european Archaeology, par Macalister, p 486 ; La civilisation Assyro-babylinienne, par Contenau, p 490, **P. Charles, S. J.** — XXII. Les Indo-Européens, par Albert Carnoy, p. 490, **J. Levie.** — XXIII. Adonis, Étude des religions orientales comparées, par James G. Frazer, p. 494, **G. S.** — XXIV. Problèmes actuels de l'économique, p. 495 ; La personnalité civile des associations sans but lucratif et des établissements d'utilité publique, par Jos. Goedseels, p, 497 ; Les changes étrangers par Jules Decamps, p. 497, **V. Fallon, S. J.** — XXV. La Science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains, par Marcel Boll, p. 498. **H. D.** — XXVI. L'énigme du monde et sa solution selon Charles Secrétan, par Frank Abauzit, p. 499, **P. C.** XXVII. L'art et l'histoire, par Paul Lorquet p. 500, **F. Jansen, S. J.** — XXVIII. La sculpture grecque, par H. Lechat, p. 502 **L. S.**

VIII. REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Physique, par M. **H. Dopp**, p. 503. — Productions coloniales, par M. **É. De Wildeman**, p, 530. — Sciences techniques, par M. **M. Demanet**, p. 539.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS, p. 563.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXIX, 1875 à 1920. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20,00**
t. XL, 1921 . . . . . fr. **30,00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3,00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, 1902 à 1921. Trente volumes. Quatrième série commencée en 1922. Les deux volumes annuels, in-8°, avant 1920, fr. **20,00** ; à partir de 1920, fr. **40,00.**

Le fascicule trimestriel, avant 1920, fr. **6,00** ; à partir de 1920, fr. **10,00.**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de . . fr. **5,00** (pour les abonnés 2 fr.)

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **11,25**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pp. (1904) (épuisé) . . . . . fr. **1,00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Éd. Van der Smissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905) . . fr. **2,00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. *Introduction*, Éd. Van der Smissen. I. *La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque*, H. Francotte. II. *Bruges au Moyen âge*, G. Eeckhout. III. *Barry*, H. Laporte. IV. *Beira*, Ch. Morisseaux. V. *Liverpool*, P. de Rousiers. VI. *Anvers*, E. Dubois et M. Theunissen. VII. *Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne*, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans (Épuisé) (1). — **T. II.** VIII. *Londres*, G. Eeckhout. IX. *Délos*, A. Roersch. X. *Rotterdam*, J. Charles. XI. *Gênes au Moyen âge*, J. Hanquet. XII. *Marseille*, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. — **T. III.** XIII. *Le Port moderne de Gênes*, M. Theunissen. XIV. *Ostende*. L.-Th. Léger. XV. *Jaffa*, P. Gendebien. XVI. *Lisbonne*, Ch. Morisseaux. XVII. *Le Havre*, G. Blondel. XVIII. *Hambourg*, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. *Rio-de-Janeiro*, F. Georlette. XX. *Han-Kow*. A. Vanderstichele. Prix : 3 francs. — **T. IV.** XXI. *Barcelone et Bilbao*, J. Charles. XXII. *Buenos-Aires*, M. Theunissen. XXIII. *Brême*, J. Charles. XXIV. *New York*, Paul Hagemans. XXV. *Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent*, Alphonse Roersch. XXVI. *Shanghaï*, A. A. Fauvel. XXVII. *Zeebrugge*, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. — **T. V.** XXVIII. *Rouen*, G. Blondel. XXIX. *Montréal*, M. Dewavrin. XXX. *Seattle et Tacoma*, M. Rondet-Saint. XXXI. *Trieste, Fiume, Venise*, M. Dewavrin. XXXII. *Venise au Moyen âge*, C. Terlinden. XXXIII. *Les ports du Nord-Est de l'Angleterre*, J. Meuwissen. — *Conclusions*, G. Blondel. — *Appendices* : *L'administration des Ports*, J. Charles, S. J. - *L'industrie des transports maritimes*, H. Mansion. Prix : 3 francs

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8° de 48 pages (1907) . . . . . fr. **0,75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in 8° de 29 pages (1908). fr. **0,75**

Éd. de Moreau. La Bibliothèque de l'Université de Louvain « 1636-1914 ». Un vol. in-8° de 114 pp., avec 10 planches hors texte (1918) . fr. **4,00**

E. Ariès, correspondant de l'Institut. Thermodynamique. Propriétés générales des fluides. Un vol. in-8° de 68 pages (1920) . . . . . fr. **4,00**

B. Lefebvre, S. J. Notes d'Histoire des Mathématiques (Antiquité et Moyen-Âge). Un vol. in-8° de IV-154 pages (1920) . . . . . fr. **3,00**

M. Alliaume. Revue annuelle d'Astronomie (1920). Un vol. de 44 pp. (20×13) . . . . . fr. **1,50**

---

(1) On peut trouver les articles de ce premier volume épuisé dans les livraisons d'avril et juillet 1906 de la *Revue des Questions scientifiques*.

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

QUATRIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de trois séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901) ; la **troisième**, 30 volumes (1902-1921). La livraison de janvier 1922 inaugure la **quatrième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **37 francs** par an pour la Belgique, **39 francs** pour la France et **44 francs** pour les autres pays. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles jouissent d'une réduction de **5 francs**.

L'abonnement court jusqu'à ordre contraire.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

La **table analytique des trente volumes de la troisième série**, (51e à 80e de la collection), paraîtra prochainement.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au Secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.* Compte chèques postaux n° 38022.

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au Secrétariat.

Louvain. — Imp. F. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

AMNH LIBRARY
100226281